Environment Canada
Environnement Canada

ce de la
ction de
onnement

Development and Demonstration of a Customized Truck for Collection of Glass, Metal and Paper Refuse

Canada

Technology Development
Report EPS 4-EP-83-1

Environmental Protection Programs Directorate
May 1983

46

ENVIRONMENTAL PROTECTION SERVICE REPORT SERIES

Technology Development Reports describe technical apparatus and procedures, and results of laboratory, pilot plant, demonstration or equipment evaluation studies. They provide a central source of information on the development and demonstration activities of the Environmental Protection Service.

Other categories in the EPS series include such groups as Regulations, Codes, and Protocols; Policy and Planning; Economic and Technical Review; Surveillance; Training Manuals; Briefs and Submission to Public Inquiries; and, Environmental Impact and Assessment.

Inquiries pertaining to Environmental Protection Service Reports should be directed to the Environmental Protection Service, Department of the Environment, Hull, Quebec, Canada, K1A 1C8.

DRECT PROGRAM

The Development and Demonstration of Resource and Energy Conservation Technology Program (DRECT), a part of the National Energy Program, is a cost-sharing program created to stimulate energy-efficient *new technology* applied to a waste stream (solid, liquid or gas).

The DRECT funds are provided to assist the implementation of a prototype process, which is defined as the first full scale, operating model. Some research and development work may be included (bench scale and pilot scale), but it must be tied to the installation of prototype process operating in the market place. Successful proponents (other than a federal government department) can expect to receive fifty percent of their total estimated costs up to a maximum of $200 000 per project per year.

Anyone meeting the above general criteria can apply for DRECT funds by sending a two page summary of the proposed project to the regional offices of the Environmental Protection Service or directly to:

The DRECT Secretariat
Environmental Protection Service
Environment Canada
Ottawa (Ontario)
K1A 1C8

(819) 997-3405

DEVELOPMENT AND DEMONSTRATION OF A CUSTOMIZED TRUCK FOR COLLECTION OF GLASS, METAL AND PAPER REFUSE

by

The Is Five Foundation
Toronto, Ontario

for the

Technical Services Branch
Environmental Protection Programs Directorate
Environmental Protection Service
Environment Canada

This project was conducted under the Development and Demonstration of Resource and Energy Conservation Technology (DRECT) Program

EPS 4-EP-83-1
May 1983

Disponible en français

s'adresser au

Chef, Section des publications
Direction des services techniques
Direction générale des programmes visant la protection de l'environnement
Service de la protection de l'environnement
Environnement Canada
Ottawa (Ontario)
K1A 1C8

et demander

Fabrication et démonstation d'un camion spécialement conçu pour la collecte des déchets de verre, de métal et de papier.

©Minister of Supply and Services Canada - 1983
Cat No.: En 48-4/83-1E
ISBN: 0-662-12654-8

ABSTRACT

It has been demonstrated that higher material recovery rates can be achieved through curbside collection of refuse then through the depot (drop-off) mode.

Where the curbside collection of newspaper is, in many cases, viable, the same cannot be said for other types of refuse. This project identifies and demonstrates a system that enables profitable collection of more than one type of refuse.

RÉSUMÉ

On a démontré que les taux de récupération des rebuts étaient plus élevés lorsque la collecte se faisait en bordure de rue que lorsque les rebuts étaient déposés dans des bacs.

La collecte des vieux journaux en bordure de rue est souvent une méthode très convenable, mais tel n'est pas le cas pour d'autres types de rebuts. Dans le présent projet, on fait la démonstration d'un système qui permet la collecte de plus d'un type de rebuts avec un bon taux de récupération.

ACKNOWLEDGEMENTS

The Is Foundation would like to thank the staff of DEL Equipment Ltd. for their tremendous assistance in this venture. Particular thanks to Mr. Paul Martin, P. Eng., Mr. Michael Mahoney, and Mr. Richard Olins, P.Eng. In addition, we thank Mr. Stuart Hay, P. Eng., Mr. John Payne, P. Eng., and Mr. David Campbell, P. Eng. of Environment Canada. Without their support this project would not have been possible.

Finally, we must acknowledge the invaluable support of the entire staff of the East York Conservation Centre. It has been their determination to advance the state of the art of at-source recovery in general, through the establishment of a major municipal scale recycling demonstration program, which has provided both the impetus and the fertile ground for this development.

TABLE OF CONTENTS

		Page
ABSTRACT		i
RÉSUMÉ		ii
ACKNOWLEDGEMENTS		iii
LIST OF FIGURES		vi
LIST OF TABLES		vii
1	INTRODUCTION	1
2	OBJECTIVES	2
3	BACKGROUND	3
3.1	Multimaterial Curbside Collection	3
3.2	Two-person Crew	4
3.3	Automatic Off-loading	4
3.4	Competitive Cost	5
3.5	Simplicity of Design	6
4	FINAL DESIGN	7
5	PROCESS FLOW	9
5.1	Collection	9
5.2	Loading	9
5.3	Unloading	16
6	ECONOMIC ANALYSIS	17
6.1	Operating Costs	17
6.2	Revenues	18
6.3	Comparison with Other Existing Trucks	19
6.4	Potential Impact of the Vehicle	21
6.4.1	Material Recovery	24
6.4.2	Energy Savings	24
6.4.2.1	Energy Efficiency in Collection	24
6.4.2.1	Energy Savings Through Increased Use of Secondary Materials	24
6.4.3	Cost Savings	26
6.5	Maintenance and Operating Data	
7	CONCLUSION	27

LIST OF FIGURES

Figure		Page
1	DRECT TRUCK SPECIFICATIONS	8

LIST OF TABLES

Table		Page
1	APPROXIMATE COSTS, NEW TRUCKS - 1980	5
2	ESTIMATED ANNUAL OPERATING COSTS	18
3	ESTIMATED ANNUAL REVENUES	19
4	ESTIMATED OPERATING COSTS	20
5	ESTIMATED ANNUAL REVENUE	20
6	OLD NEWSPAPER AVAILABLE FOR RECOVERY - KILOGRAMS PER YEAR	23
7	GLASS AVAILABLE FOR RECOVERY - KILOGRAMS PER YEAR	23

1 INTRODUCTION

The Is Five Foundation has been directly involved in the development and operation of at-source recovery operations since 1974. One major barrier to the successful implementation of at-source recovery on a broad scale was identified as a lack of suitable collection equipment designed for multimaterial curbside collection of recyclable materials. With the financial support of Environment Canada (through their Development and Demonstration of Resource and Energy Conservation Technology (DRECT) Program), and the technical expertise and creativity of DEL Equipment Ltd. of Toronto, the Foundation has developed a prototype multimaterial collection vehicle. This report outlines the design criteria employed and provides a preliminary evaluation of the prototype vehicle.

This new vehicle was not developed in isolation. It is a product of the hands-on experiences of the Foundation's staff in the operation of municipal recycling programs, and of a broad understanding of municipal waste management requirements. The evaluation presented is based primarily on the operational performance of the vehicle, over a six-month monitoring period, in the East York recycling program. The truck has since been integrated into the ongoing residential glass and newspapers curbside recovery program on a full-time basis. Future plans call for the simultaneous collection of metal containers.

The East York recycling program is operated by the East York Conservation Centre, a project of the Is Five Foundation. The recycling program currently recovers waste newspaper and glass from residential waste, and old corrugated cartons, fine grade papers, glass and wood from industrial, commercial and institutional waste generators throughout the municipality of East York. East York is a member municipality of Metropolitan Toronto, with a population of approximately 104 000. The recycling program has been operating since February 1978.

2 OBJECTIVES

The primary objective of this project was the design, development and demonstration of a collection vehicle to make curbside multimaterial recovery programs more viable.

Specific project goals needed to fulfill this objective included:

- The vehicle must be capable of collecting two or more fractions of the waste stream in a single pass, and storing collected material in separate compartments within the vehicle.
- The loading procedure should be designed to allow for vehicle operation with a two person crew--one driver and one loader--and should reduce the physical effort required to hand load conventional box/stake trucks.
- The vehicle should be capable of automatic off-loading.
- Production costs for this vehicle must be competitive with existing collection vehicles.
- Simplicity of design should be stressed to minimize development costs and maintenance requirements, and to ensure reliability.

3 BACKGROUND

The following subsection develop the reasoning behind each of these design goals and their impact on the final vehicle design.

3.1 Multimaterial Curbside Collection

Numerous recycling operations throughout North America have demonstrated conclusively that higher material recovery rates can be achieved through curbside collection than through the depot (drop-off) mode. Experience has also demonstrated that, to date, the primary impetus for the introduction of recycling services in Ontario municipalities has been their potential for impact on the existing solid waste stream. Therefore, wider adoption of at-source recycling programs would require demonstration of their ability to recover a significant portion of the waste stream.

Furthermore, given the relatively low prices being paid for recoverable material from residential waste, and existing recovery techniques, the separate curbside collection of materials other than newspaper could not be justified economically. The collection costs for materials such as glass and metal, if collected separately, far exceeded potential revenues. However, the economies of scale which would be brought to bear if these materials were collected simultaneously would significantly reduce collection costs.

Experimental programs in the U.S., which collected co-mingled materials from households and separated these materials at a processing facility, were examined. Considerable doubt exists about their economic viability in the U.S. Such a system could not be justified for the Canadian situation given the different waste composition (primarily a lack of profitable aluminum containers) and the different market conditions for recovered materials. Therefore, materials would have to be set out at the curbside in a separate form, and would have to be kept separate in the vehicle.

Recycling programs which have utilized conventional collection vehicles, such as high-bed stake or box trucks, incur excessive collection and handling costs. Such systems generally require two loaders (one on the vehicle and one on the ground); as well, mechanical handling equipment to off-load containers may be required, and often a considerable portion of the storage capacity of the truck is sacrificed to storage containers. Some loading mechanism would need to be developed to overcome these problems.

3.2 Two Person Crew

Labour represents the largest single variable cost in most recycling programs. Given the slim profit margins of at-source recycling in this stage of its development, two-person crews per vehicle are used wherever possible in Is Five collection programs. Collectors pick up materials from both sides of the road in a single pass. Collection time with a single loader is reduced if materials can be loaded into the rear of the collection vehicle, rather than through openings in the sides of the truck. Collection time is also reduced if the loader can ride safely on the rear of the vehicle, rather than jumping in and out of the cab or riding on the running board. These would be primary considerations in the truck design.

Conventional trucks, able to carry 4.5 tonnes of cargo are generally built on high bed chassis, with the floor of the storage bed often 1.5 metres above ground level. As the truck fills, the materials must be lifted 2 to 3 metres into the truck, with the added burden of throwing or re-piling material toward the front of the truck. This factor has accounted for a high turnover of employees in previous programs. Standard vehicles with low beds, i.e. floor of the storage area approximately 0.7 metres above the road, generally have lower cargo carrying capacities, in the range of 1 to 2.5 tonnes. Although these trucks offer considerable advantage to the loader of recyclable materials, the lower carrying capacity necessitates more frequent off-route time to off-load at the market or at an intermediate handling point. Therefore, in addition to a rear-loading capacity, the truck should have a loading system which minimizes the physical efforts of the loader. Ideally this would involve loading materials into a hopper, at a height no greater than the loading height on a conventional compactor truck, with mechanical assistance in loading. In addition, some additional mechanism would be required to ensure even distribution of material within the cargo area. These features would greatly improve the job quality for these workers.

3.3 Automatic Off-loading

Double handling of any recovered material is innately inefficient in terms of time and money for both the recycling program operator and the purchaser of recovered material. The necessity of hand unloading at the end of the collection day, when the crew is most fatigued, also represents a second major deterrent to the quality of a worker's job.

While hydraulic dumping represented an obvious solution, the vehicle would have to accommodate off-loading of each recovered material separately.

3.4 Competive Costs

The costs of conventional vehicles used in recyling programs in Canada range from a low of a few hundred dollars for a used pick-up truck, to as high as $60 000.00 for a new compactor truck. The decision on which type of truck to use has been made primarily on the basis of what was available or what was affordable. Where collection vehicles fed into intermediate handling points central to their collection areas, vehicles with lower carrying capacities--a step van or magnavan-- proved adequate. For programs which deliver recovered materials directly to end-users or dealers/brokers, it is usually more efficient to use trucks with higher cargo capacities (such as a standard 5 tonne capacity stake/box truck). Compactor trucks have been employed primarily because they are generally available in the municipal fleet, though in some cases they have been selected for their high carrying capacity and the automatic off-loading feature. For comparative purposes, Table 1 illustrates the approximate costs of a variety of new trucks.

TABLE 1 APPROXIMATE COSTS NEW TRUCKS - 1980

Carrying Capacity	Type	Cost
1 Tonne	Pick-Up	$ 7 000
2.5 "	Magnavan	11 000
5 "	With Box	18 000
6 "	Compactor	60 000

While the compactor truck offers many of the operational requirements identified above, it is largely over-built for use in a recycling program. This vehicle is designed and built to compact large volumes of garbage under great pressures, resulting in high production costs. Generally, material recovery in a recycling program does not benefit from this capability. In fact, there have been some indications, primarily in the Etobicoke (Toronto, Ontario) recyling program, that continued use of compacting units for high-density materials such as newspaper, leads to excessive wear on the equipment and high maintenance costs. At the same time, many of its advantageous features could be adapted to a less expensive vehicle. A basic decision was made, therefore, to begin with a conventional chassis which would significantly reduce development costs and ensure wider

applicability and diffusion of any new body design that could be developed. Given the marginal economics involved, as emphasized earlier, and the fact that recycling must operate on the basis of a conventional business enterprise rather than as an alternative waste management system, an optimal vehicle design which greatly exceeded the costs of conventional vehicles could not be justified for most recycling program operators.

The limited budget for this particular program also required the purchase of a used chassis, although this did not represent a determining factor in the final design of the vehicle.

3.5 Simplicity of Design

A design which, as much as possible, employed conventional equipment and parts, would also assist in keeping down total production costs. By using equipment which was already common in conventional trucks, it would be possible to minimize the inevitable bugs in any prototype developed, and the operating capabilities of the various components would be known. Maintenance work could also be undertaken without uniquely specialized facilities and skills, in order to help reduce operating costs.

It was also felt that a design which appeared to be relatively conventional would achieve a higher acceptance rate among potential operators. In essence, the vehicle would employ conventional, proven operating components, redesigned to fulfill the unique operational requirements of a developing at source recycling industry.

The vehicle design which has been developed, therefore, represents the product of a series of trade-offs between optimum operating criteria and the limitations of available technology and development funds.

4 FINAL DESIGN

Figure 1 represents the specifications for the prototype vehicle produced. The design incorporates a custom-built body on a conventional GMC Series 6000 chassis. The chassis selected represents the best choice available (within budget limitations) which met the key operating requirements: a payload capacity of 6 tonnes, automatic transmission and power assisted brakes. It should be noted, however, that any chassis meeting the specifications listed would be suitable in replicating this vehicle.

The body incorporates several custom-designed features. Fibreglass construction was chosen for the body shell as its light weight allowed for a higher carrying capacity than either wood or metal construction, while providing strength and ease of modification. Three interior storage compartments were created by erecting sheet metal walls on the interior of each side of the body walls. The ratios of each storage area were determined on the basis of proportional volumes of each material (glass, ferrous containers and newspaper) collected during pretesting of a multimaterial curbside collection program. A loading platform was mounted on the rear of the vehicle, consisting of a modified tailgate loader, with buckets located on either side of a loading tray. A hydraulically operated "rake" was mounted at the top of a cargo box to pull recovered newspaper into the cargo storage area.

FIGURE 1 DRECT TRUCK SPECIFICATIONS

CHASSIS AND DRIVE-TRAIN

Make:	G.M.C.
Model:	6000
Engine:	Gasoline, 6 L V8
Transmission:	543 Allison Automatic
Front Axle:	3.6 t
Rear Axle:	9.4 t
Brakes:	Power-assisted drum brakes, hand brake on Trans.
Power Take-off:	Edbro combined PTO and 450 cm^3/s piston pump with TLA cab control and Morse Hoist control

BODY

Make:	Diesel Equipment Ltd.
Model:	Fibreglass custom
Dimensions:	4.9 m (length), 2.6 m (width), 1.9 m (interior height)
Storage Capacity:	Total: 21.7 m^3 News: 12.7 m^3 usable (approx.) Glass: 1.6 m^3 per compartment (2)
Loading:	DEL DD-200 Tailgate (modified) Capacity 1 t Vertical Lift: 185 cm Width: 259 cm Depth: 75 cm Capacity: Newspaper 4 t, Glass 2 t
Packer:	Custom system with a 6.4 cm. Hydraulic Cylinder pulling a reinforced blade through the newspaper section of the loader and into the truck
Unloading:	Two extendable cylinders (total extension lifts body to 55 degrees)
Doors:	Two side doors (91 cm x 107 cm each) for side loading and access. One vertically hinged door on each glass compartment (91 cm x 46 cm each). Two barn-type doors (76 cm x 152 cm each) for newspaper compartment.
Net Weight:	6 t.

5 PROCESS FLOW

Plates 1 through 6 illustate the vehicle in operation. The operating cycle involves three primary stages: collection, loading and unloading.

5.1 Collection

During collection, the loading platform is placed in the fully down position (i.e. approximately 15 cm from the roadbed to the footrests and 60 cm to the loading platform). While the vehicle is in motion, the swamper rides on the rear steps. The driver stops at all material setouts and the swamper dismounts to load. In the case of collection programs which involve three materials, i.e. glass, ferrous containers and newspaper, each of the materials is loaded into a separate component of the loading tray. Newspaper is stacked onto the 1 m^2 section in the centre of the loading platform, and glass is dumped into one of the side buckets and metal into the other. Each of these buckets has a storage capacity of 0.13 m^3. The swamper will collect from both sides of residential streets on the same pass, with the exception of major arterial roads. In cases where there are large volumes of newspaper at a single stop (as often occurs in curbside recovery programs), the driver can also dismount and load newspaper through side door openings located near the cab on either side of the vehicle. In programs such as that operated in East York, where only two materials are currently being collected, glass can be dumped into both side containers.

When loading is completed, the swamper steps up onto the footrests and presses a buttom mounted above the handrails, which activates a buzzer in the cab and signals the driver to continue on the route. This buzzer is also used to signal for additional stops in cases where the driver may miss set-outs more visible to the swamper.

5.2 Loading

When the loading platform is completely filled--approximately 180 kg of newspaper and 60 kg of glass containers--the truck is stopped and the driver engages the PTO unit and runs the engine at high idle (approx. 1 200 rpm). The swamper operates the hydraulic valve controls located at the rear-side of the cargo box. The horizontal rake mounted at the top of the box is extended to its rear-most position while simultaneously raising the loading platform to its fullest height. The horizontal rake is then retracted into the cargo area, dragging the recovered newspaper along with it. To aid distribution

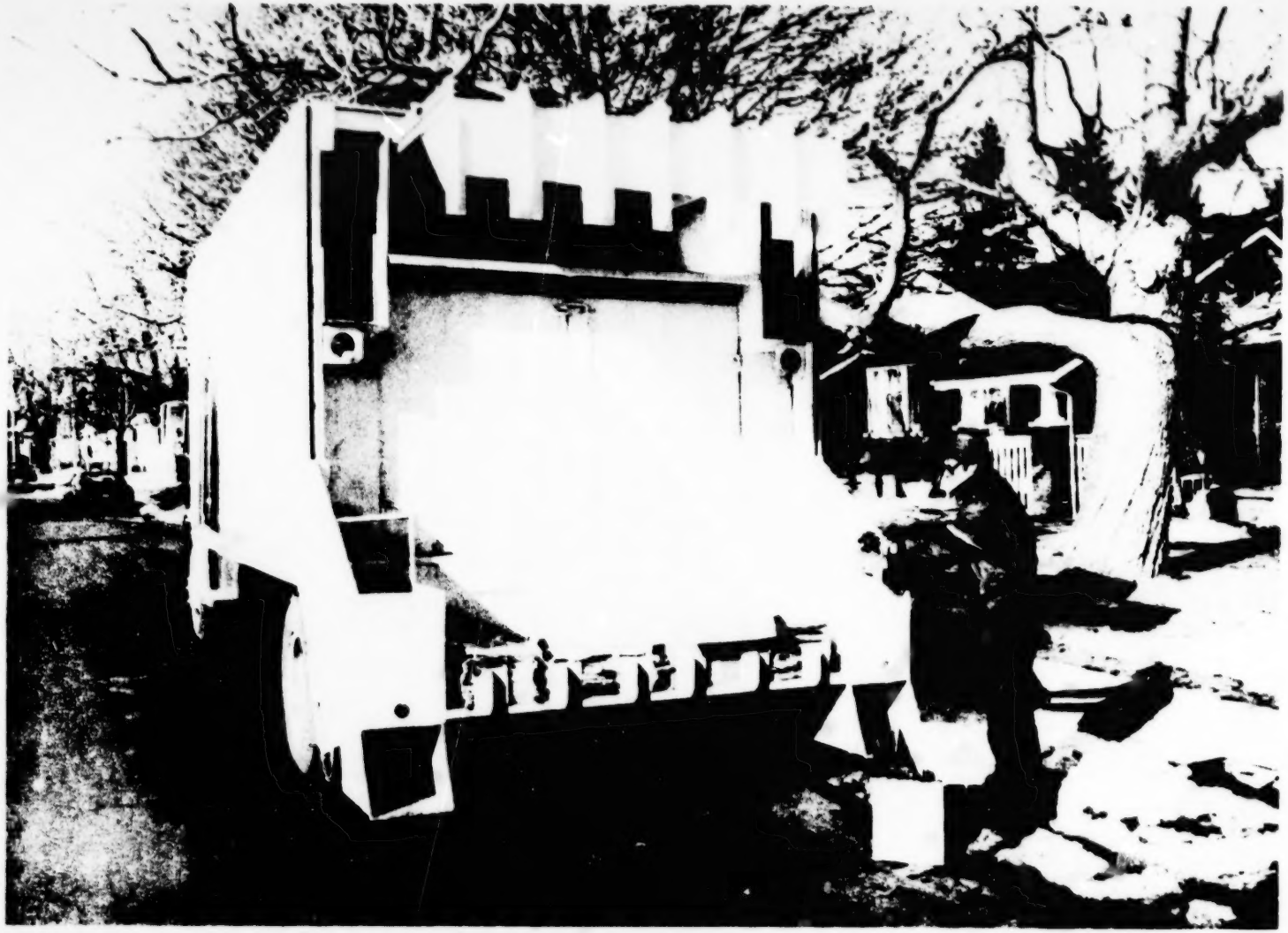

PLATE 1 PAPER IS LOADED ONTO THE CENTRE TRAY. GLASS IS CURRENTLY LOADED INTO BOTH SIDE BUCKETS, BUT ONE BUCKET WILL BE USED FOR METAL CANS IN THE FUTURE. SWAMPER RIDES ON THE REAR STEPS.

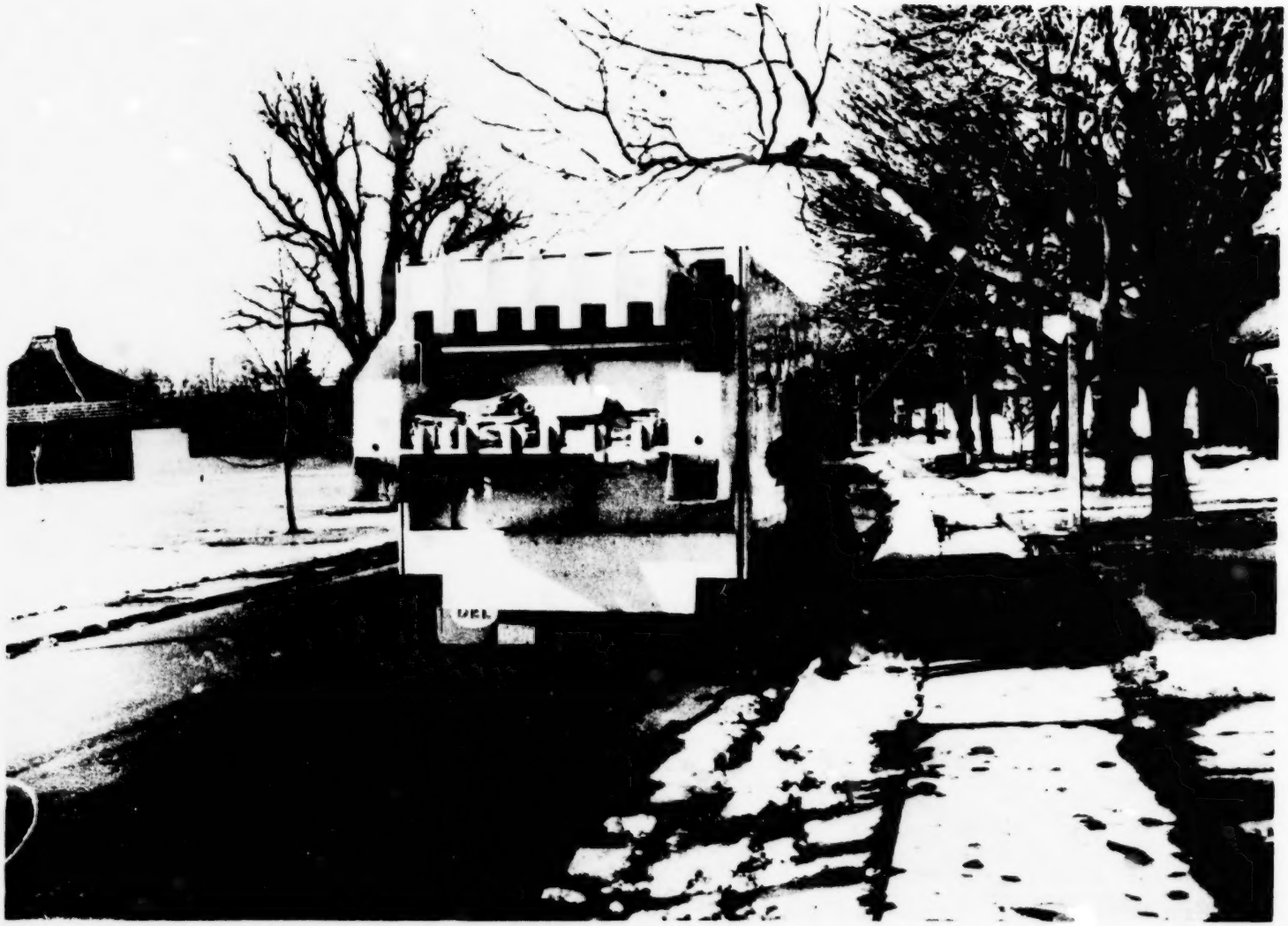

PLATE 2 REAR PLATFORM IS RAISED FOR LOADING.

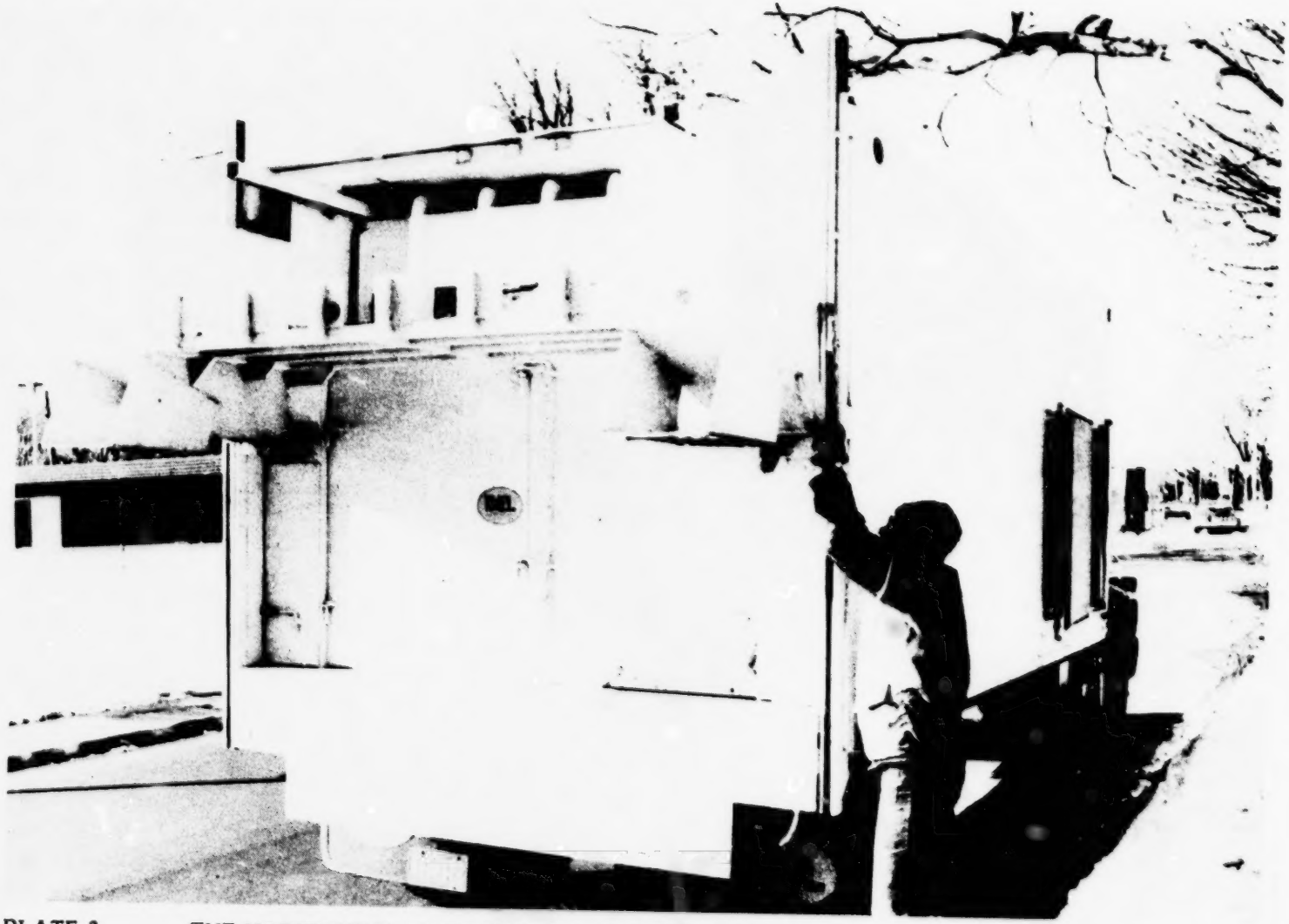

PLATE 3 THE HORIZONTAL RAKE PULLS IN THE NEWSPAPERS AND GLASS DROPS INTO SIDE COMPARTMENTS.

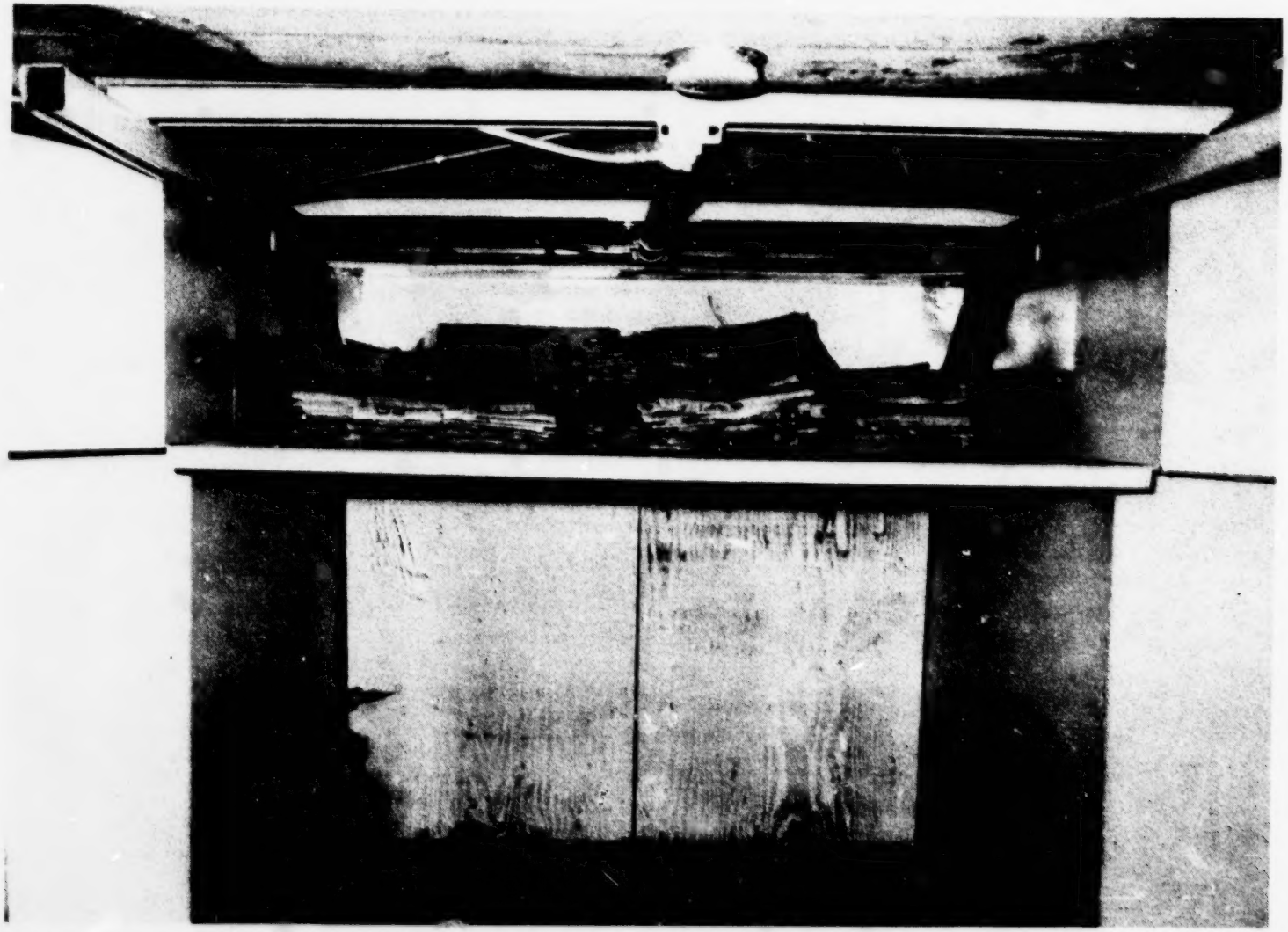

PLATE 4 VIEW FROM THE INSIDE. NEWSPAPER DISTRIBUTION THROUGHOUT THE TRUCK IS HELPED BY A TRAY WHICH EXTENDS FROM THE REAR LOADING AREA. ENCLOSED STORAGE AREAS EXTEND ALONG BOTH SIDES OF THE TRUCK.

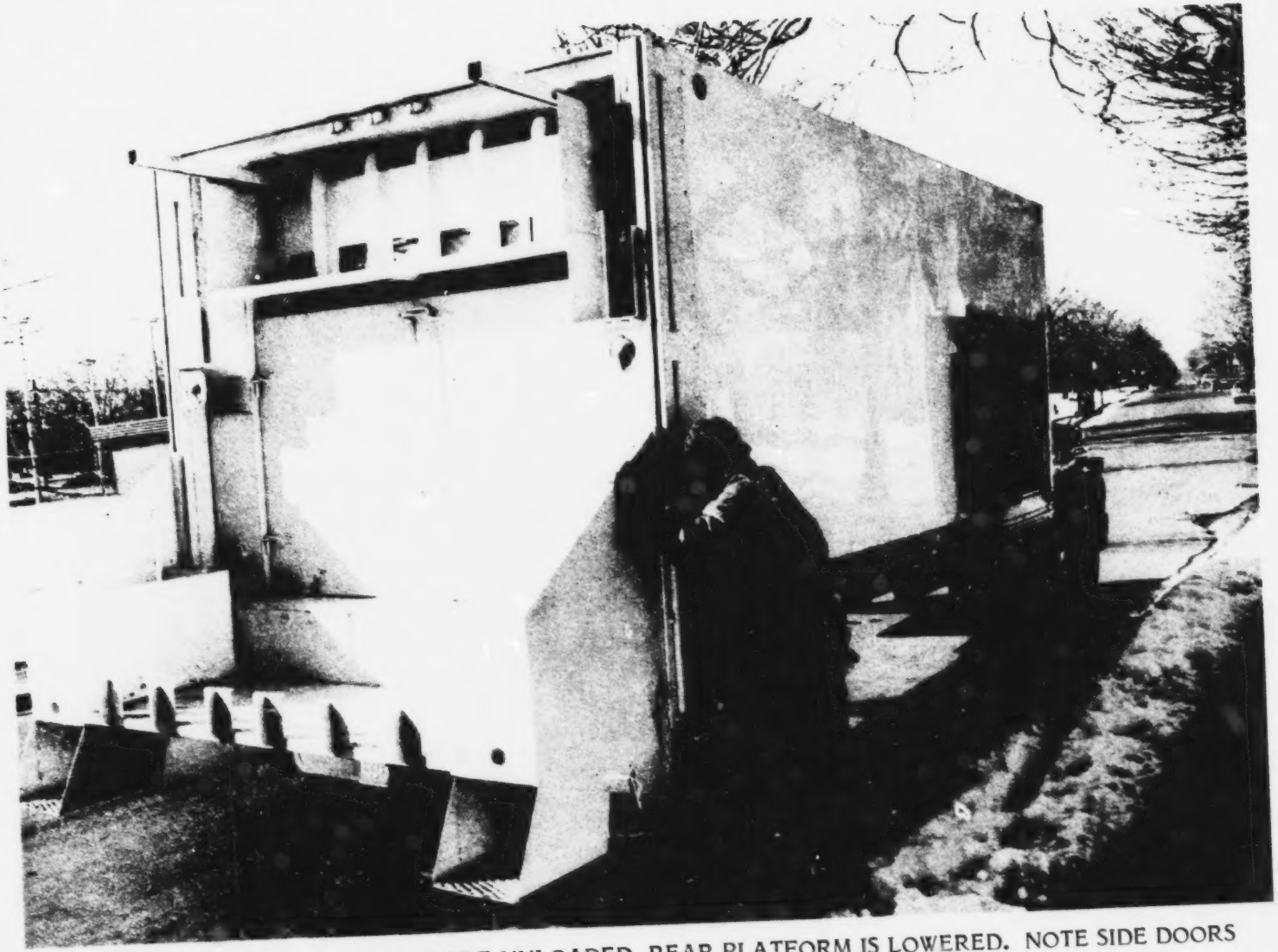

PLATE 5 AFTER MATERIALS ARE UNLOADED, REAR PLATFORM IS LOWERED. NOTE SIDE DOORS (BOTH SIDES) WHICH MAY ALSO BE USED FOR LOADING NEWS.

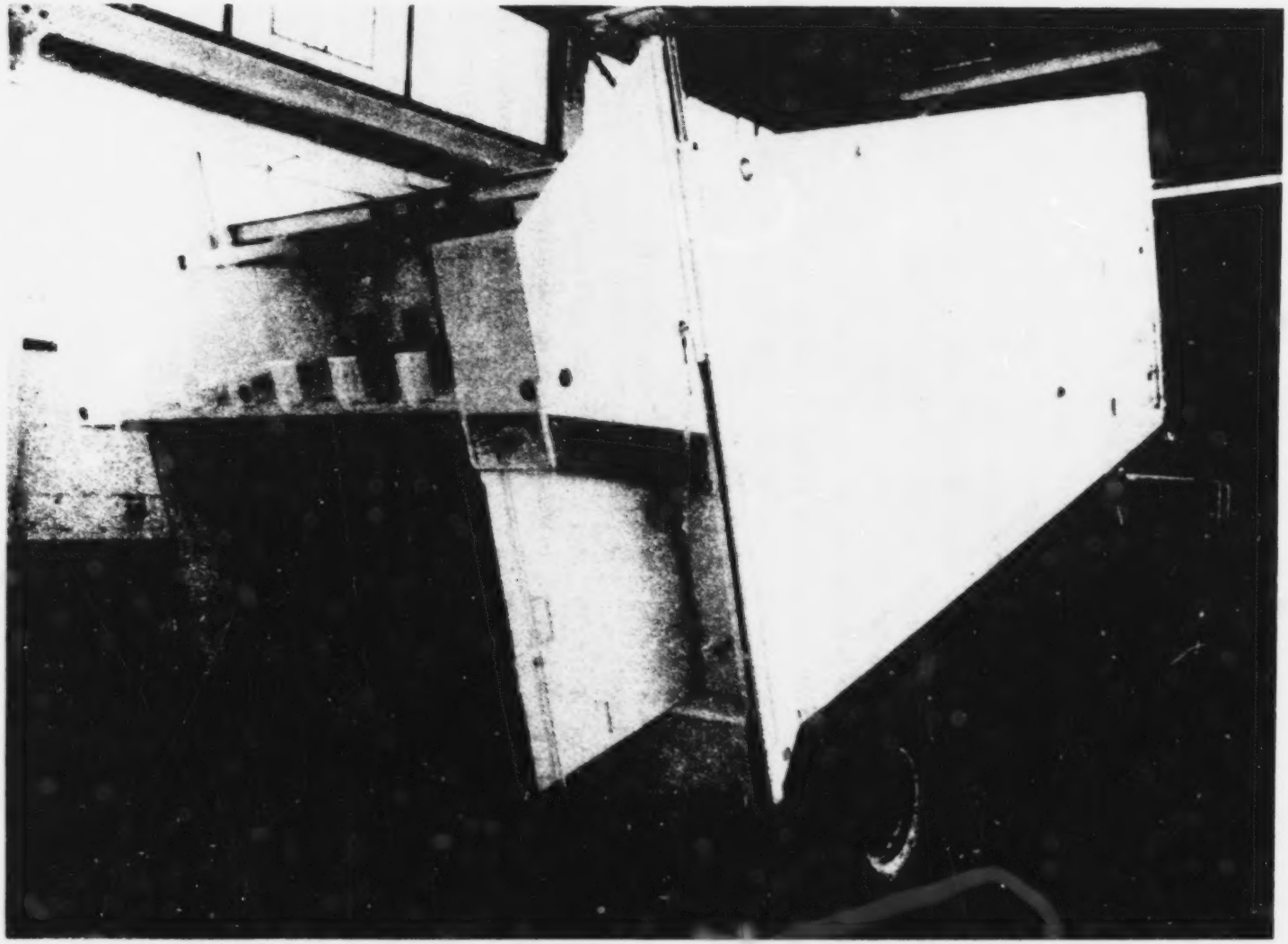

PLATE 6 MATERIALS ARE OFF-LOADED SEPARATELY BY OPENING THE APPROPRIATE REAR DOORS.

of newspaper through the truck, a tray has been installed which extends into the cargo area (see photo No. 4).

The two side buckets are constructed with sloping bottoms. As the platform is elevated, the side buckets line up directly with two openings located at the top of both sides of the cargo box. These openings correspond to the storage bins constructed inside the cargo area. These bins extend into only part of the cargo area, to allow loading of newspaper through the side doors, and their sides are angled to reduce the possibility of paper jamming during the off-loading. Spring-loaded doors on the rear buckets are opened by pulling chain levers that are attached. Their contents are gravity fed into the respective side storage containers. The loading platform is then returned to the down position, the PTO is disengaged, and collection is resumed. On the prototype truck, a separate valve and manual control lever were used for each function, i.e. one lever controls up and down on the vertical loader and the other controls in and out on the horizontal rake. This was done in order to simplify modifications during the evaluation phase; the truck will eventually have electrically controlled pilot valves which will accomplish the sequence automatically.

On average, the DRECT truck must stop after every 15 or 20 pick-ups and go through the loading cycle. This loading cycle usually requires 1.5 minutes to complete.

5.3 Unloading

When the route is finished, or when the truck has been filled, the loading tray is put into the up position and the truck returns to an intermediate handling point. Here the hoist diversion valve is switched to the hoist position and the driver activates and controls the degree of lift from the cab. The "barn" doors to the news storage compartment are opened prior to lifting and news is off-loaded directly onto the warehouse floor. The same procedure is then followed for off-loading the glass, which is dumped directly into larger "roll-off" containers for shipment to market in larger loads.

6 ECONOMIC ANALYSIS

The collection function of a recycling program represents only one component of the overall program. This vehicle has been designed for use in an existing comprehensive municipal recycling program. It includes promotional work, material recovery, intermediate handling and processing, and shipment of the recovered material to industrial end-users. A comprehensive economic analysis of all aspects of the recycling program, which this particular vehicle is a part of, goes well beyond the scope of this report. The economic viability of this particular component can, however, be addressed in isolation, but it must be emphasized that the economic feasibility of any particular recycling program must incorporate many additional factors.

6.1 Operating Costs

As outlined earlier in this report, given a limited budget, a used cab and chassis were purchased for the prototype vehicle. In addition, considerable costs were incurred both by the Foundation and by DEL (the manufacturer of the actual truck body), in research and development work. In order to evaluate the economic viability of this vehicle, only the actual costs of replicating a new version of the same vehicle are calculated. A new cab and chassis of this size and with equivalent features would cost approximately $18 000. DEL Ltd. estimates that the cost of reproducing the body and loading mechanism at approximately $10 600 (including some amortization of R & D costs). Therefore, the estimated costs for purchasing this vehicle would be approximately $29 000 (1980). Therefore, if depreciated on a straight line basis over a period of four years at 25% per annum, a capital cost of approximately $7 250 per annum should be allocated for this vehicle.

Based on the operating performance of this vehicle over a six month period (utilizing one driver and one swamper), this truck can collect an average of 6 tonnes of material per 8 hour working day. Again, however, it must be emphasized that this is more a factor of the overall success of the recycling program itself as opposed to any inherent limitation in the technology of the collection vehicle. That is, the rate of recovery is at least as dependent upon the participation rate as the collection efficiency. By comparison, a single compactor truck with a two-person crew, collecting refuse from every home in a residential community will often handle 10 to 15 tonnes of garbage per day. Given that 100% participation of all households on every collection is not at all likely, such rates could never be achieved in a recycling program.

A driver for a collection vehicle of this size requires a Class D license in the Province of Ontario. An appropriate wage for this worker is approximately $350 per week ($18 200/annum). For the less skilled position of swamper, the wage is approximately $280/week or $14 560/annum.

Fuel usage for this vehicle is about 50 L/100 km in normal collection work. Insurance rates determined in the context of its operators with other vehicles used in the East York recycling program is $565.00 per year. Thus, operating costs for this vehicle, including fuel, maintenance and insurance, are estimated to be approximately $150/week or $7 800/annum.

Therefore, total operating costs for this truck and crew are estimated to be $47 810 (Table 2).

TABLE 2 ESTIMATED ANNUAL OPERATING COSTS

Vehicle Costs	$ 7 250	(based on 25%/annum depreciation)
Driver	18 200	
Swamper	14 560	
Operating Costs	7 800	
Total	$ 47 810	

6.2 Revenues

On average, the ratio of newspaper to glass collected is approximately 3 to 1, by weight. That is, the average daily collection of 6 tonnes consists of approximately 4.5 tonnes of newspaper and approximately 1.5 tonnes of glass. Therefore, on an annual basis, it is expected that this vehicle and crew will collect approximately 1 156 tonnes of newspaper and approximately 377 tonnes of glass.

The market price for recovered waste materials is dependent upon several variables, including the quality of material available for sale, the form in which the material is delivered/collected, and the level of contamination. To evaluate the economic viability of this vehicle in isolation, prices currently being received (July 1980 through November 1980) for loose, unprocessed materials delivered to markets in the Metro Toronto region have been used:

Old newspapers	$49.6/tonne
Glass	$33/tonne

Based on the annual estimated recovery identified above, Table 3 presents the estimates of revenues received from sale of these recovered materials:

TABLE 3 ESTIMATED ANNUAL REVENUES

Newspapers	1 156 tonnes	x	$49.6/tonne	= $57 354
Glass	377 tonnes	x	$33/tonne	= 12 470
Total				$69 824

6.3 Comparison with Other Existing Trucks

In a gross analysis, therefore, when viewed in isolation the expected revenues from operating this vehicle and crew are expected to exceed total operating costs by approximately $22 000 (not including interest charges, wage overhead, etc.). It must be emphasized that this analysis in no way takes into consideration other recycling program operating costs in such areas as promotion, supply development, handling station operation, etc. Thus, to more accurately assess the economic feasibility of this prototype vehicle, it can be compared with another existing vehicle which has been used in this recycling program and is in common use in several other programs.

In addition to the DRECT truck, the Is Five Foundation employs two GMC Magnavans in its curbside collections. These vehicles have a cargo capacity of approximately 2.3 tonnes (with 3.66 m aluminum cargo box construction), and are standard commercial vehicles. While well suited to newspaper collections, they are not effective in multimaterial programs. By adding 200 L drums to the cargo area for glass storage, they have been used in pilot programs in East York, Ontario, and as the primary vehicle in other recycling programs. This system, however, offers a relatively low capacity for glass storage, slows collection significantly given the need to climb in and out of the truck for loading and changing positions of the barrels, and creates serious handling problems where full barrels of glass (weighing 70 to 100 kg) must often be unloaded by hand. This lack of suitable collection vehicles has been the major barrier to the further extension of multimaterial collections in existing urban curbside collection programs. As a result, these Magnavans are used for just newspaper collection, and recover on average approximately 4.5 tonnes of material per day, operating with a two-person crew. Given the more limited carrying capacity of these vehicles (a trade-off with the benefits of operating a low-bed vehicle over conventional high-bed 4.5 tonne trucks), one additional

trip to off-load at the handling facility of the market point is required. Therefore, collection time advantages enjoyed by this unit over the DRECT truck, given the fact that only newspaper is being loaded as opposed to newspaper and glass, and without the additional loading cycle required by the DRECT truck, are largely negated.

An assessment of the operating costs and recovery rates for these vehicles follows (Table 4). In general, operating costs are lower given that drivers do not require a special operating license and the vehicles are smaller with higher gas mileage. The new purchase price for this vehicle, with aluminum body, heavy duty springs and axle, and other options is approximately $14 000.

TABLE 4 ESTIMATED OPERATING COSTS

Vehicle Costs	$ 3 500	(based on 25%/annum depreciation)
Driver	15 600	
Swamper	14 560	
Operating Costs	5 200	(fuel, maintenance, insurance, etc. at $100/week)
Total	$ 38 860	

If the same 3 to 1 ratio of newspaper to glass recovered were used with the same rate of recovery currently being achieved for just newspaper, i.e. approximately 4.5 tonnes per day, the following revenue projection can be made if the Magnavan were used in place of the DRECT truck (Table 5).

TABLE 5 ESTIMATED ANNUAL REVENUE

Newspaper	884 tonnes/annum	x	$49.6/tonne	= $43 846
Glass	295 tonnes/annum	x	$33/tonne	= 9 735
Total				$53 581

Therefore, even if the existing Magnavans were considered to be a suitable alternative as a multimaterial collection vehicle, the surplus of revenues over costs in operating the DRECT truck--approximately $22 000/annum--significantly exceeds the surplus revenue generated by the Magnavans and crew--approximately $15 000. Again, it

must be emphasized that the multimaterial capability of the DRECT truck means that the vehicles are not directly comparable, and the comparison becomes even less favourable when the DRECT truck's capacity for adding a third material is taken into consideration.

6.4 Potential Impacts of this Vehicle

A primary barrier to a rapid increase in multimaterial at-source recycling in Canada is the marginal economics involved in such programs. Rapidly rising virgin material and energy costs, however, ensure that secondary materials will continue to become ever more competitive, with recycling becoming increasingly important to the Canadian economy. The speed with which this evolution occurs is primarily dependent upon the market value of specific secondary materials and the costs of collecting, processing, and delivering these materials to end-users. The development of the vehicle outlined in this report may have a significant impact on both of these factors.

As has been demonstrated in the economic analysis, the DRECT truck has reduced the average per tonne collection costs for the East York recyling program when compared to conventional collection vehicles:

DRECT	-	glass and newspaper	31.19/tonne
Magnavan	-	glass and newspaper	32.96/tonne

The ability to collect more than one fraction of the waste stream also increases the total volume of material available for collection, thereby spreading out the overhead burden associated with administration and supply development costs. A multimaterial collection program is also less susceptible to market fluctuations which tend to seriously impact on single material programs. These factors together greatly improve the stability of the recycling program.

The lack of a stable municipal-based at-source recovery industry, able to deliver large quantities of material on a regular basis has had a major negative impact on the prices paid for secondary materials. The lack of a managed or predictable supply mechanism for the recovery of secondary materials from residential sources has made production planning on the part of end-users both difficult and a risky financial proposition. As a result, most end-users, brokers and dealers, offer a standard "public" price for recovered materials which essentially reflects the prices paid for spot supplies of infrequent generators. It is only recently that markets have begun to stabilize for materials such as waste newspaper.

The development of a multimaterial collection vehicle able to build on this relatively stable collection base could have a significant impact on overall material recovery levels.

The potential impact can be assessed by looking at the country as a whole. Currently there are no more than half a dozen recyling programs in operation which are collecting more than one material (usually newspaper) from the curbside. A recent report (Implementation of At-Source Separation Systems in Canada: An Initial Evaluation of the Potential Impacts; Enertask Consultants and Resource Integration Systems; April, 1979) produced for Environment Canada estimates that some form of recycling program exists in most of the major cities in Canada, and that an estimated 257 municipalities with a population in excess of 7 500, i.e. 65% of the population, could support some form of multimaterial collection program. One of the keys to the development of such a program would be the ability to collect two or more materials simultaneously from the curbside.

The distribution of potential markets for secondary materials in Canada varies significantly for different materials. Markets for recovered tin cans, for example, are extremely limited, while the demand for other components of the stream, such as newspaper and glass, is relatively high throughout all regions of the country. Therefore, the DRECT collection vehicle developed could potentially be applied to the collection of at least glass and newspaper in at-source recovery programs in the 257 municipalities identified in the above report. These two materials would provide the common base for such programs, with the potential for adding a third component of the waste stream given favourable local markets and conditions. In order to assess the potential impacts of using such a vehicle in recovery programs throughout the country, this analysis will focus on the potential impact on the recovery of glass and newspaper only from the municipal waste stream, as identified in the Resource Integration Systems Ltd. report (Tables 6 and 7).

The DRECT truck therefore, could potentially be applied to the collection of approximately 518 691 tonnes of waste newspaper and glass in Canada plus additional materials on a regional basis. This does not imply a direct relationship between the development of this vehicle and increased recovery of this amount of material, given that some of this material is already being collected, and most of the additional tonnage couldalso be collected in alternative vehicle types. This vehicle could, however, have a significant impact on the development and stability of such collection programs. The actual recovery of glass from the municipal waste stream in Canada is relatively miniscule at this time. Without the multimaterial capability of this vehicle in a collection

TABLE 6 OLD NEWSPAPER AVAILABLE FOR RECOVERY - TONNES PER YEAR*

Region	% of Waste Stream	Municipal Waste	Total Available	Estimated 41% Recovery
B.C.	10.3	867 735	97 368	39 905
Prairies	8.9	1 343 936	119 797	49 097
Ontario	9.3	4 390 159	409 774	167 940
Quebec	9.8	2 132 079	209 884	86 018
Atlantic	4.4	371 495	16 321	6 689
				346 649

TABLE 7 GLASS AVAILABLE FOR RECOVERY TONNES PER YEAR*

Region	% of Waste Stream	Municipal Waste	Total Available	Estimated 29% Recovery
B.C.	7.7	867 735	67 634	19 604
Prairies	5.4	1 343 936	72 612	21 047
Ontario	6.5	4 390 159	285 322	82 702
Quebec	6.2	2 132 079	132 891	38 519
Atlantic	9.4	371 495	35 087	10 170
				172 042

* Based on Implementation of At-Source Separation Systems in Canada: An Initial Evaluation of the Potential Impacts, R.I.S. Ltd., 1980 for Environment Canada

program, it is unlikely that the maximum potential material, energy and cost savings identified for recycling will ever be achieved.

It is not possible, however, to accurately quantify the actual impacts that could be expected to result from this development, given the interrelatedness of a wider number of factors which impact on the development of a successful recycling program. Only a gross analysis can be provided in this report to indicate the maximum potential benefits that could possibly be achieved in the areas of waste diversion, energy conservation and cost savings. The DRECT truck can potentially affect all of these factors in an existing or potential municipal recyling program.

6.4.1 Material Recovery. Of the 346 649 tonnes of newspaper described earlier as potentially recoverable in Canada, it is estimated that only approximately 69 000 tonnes per year are currently being recovered from stable residential recovery programs in Canada. The current shortfall in supply for domestic end-users in made up primarily through imports from the U.S. Of the 172 042 tonnes of waste glass identified as potentially recoverable from residential sources, all (over and above current estimated recovery of 70 000 tonnes per year) could be utilized by the Canadian glass industry, given that total domestic demand is currently estimated to be in excess of 587 000 tonnes per year. The development of an effective multimaterial collection vehicle, if properly integrated into effectively designed recycling programs, could significantly reduce the gap between current recovery levels and potential recovery levels. Without suggesting in any way that this would be accomplished solely through the development of this or any other multimaterial collection vehicle, the total increase in domestic recovery could potentially reach:

Newspaper:	346 649 t/yr	(potentially recoverable)		
	69 000 t/yr	(existing recovery)	=	277 649 t/yr
Glass:	172 042 t/yr	(additional recovery)	=	172 042 t/yr
Total Material Recovery			=	449 691 t/yr

6.4.2 Energy Savings. Potential energy savings frm a broad application of the DRECT truck would occur in two areas: improved energy efficiency in the collection of materials and through energy savings from increased use of secondary materials in manufacturing industries.

6.4.1 Energy Efficiency in Collection. The objective in this case was to minimize the energy requirement of the truck. For a rolling vehicle, energy is used to overcome the forces of acceleration, air resistance (drag) and rolling resistance. Energy consumption itself can vary greatly depending on a number of factors. Driving style, turns, hills, conditions of road, condition of engine and tires, aerodynamic shape, wind and various vehicle associated equipment (heater, loading mechanisms, etc.), all have an effect on energy consumption. However, all outside variables cannot be addressed in a design. Some of them can be dealt with by establishing efficient driving policies and maintenance programs. This should be part of any collection program and is not within the scope of this report. The only forces which could be dealt with to any extent in the design were the forces of drag and rolling resistance.

Drag is a function of the drag co-efficient and the projected frontal area. We tried to limit the projected frontal area by keeping the truck as low as possible without severely limiting the payload. It can be seen that the height to length ratio of the body is greater than that for most trucks. The drag coefficient for an angular truck such as this one is 0.70 (as opposed to 0.35 for a Porche). This could be lowered by installing spoilers and wind deflectors. This would be done if the truck was required to drive longer distances at higher speeds. At low speeds, however, drag plays a smaller part in the equation for power. Rolling resistance has a greater effect on power requirements at these low speeds.

Rolling resistance is a function of weight and velocity. As velocity is not considered in the actual design, weight becomes the most important parameter in the consumption of energy. Obviously, the less weight the less energy consumption.

The truck was constructed as light as possible. Fibreglass was used for the main body. Because of the nature of the loading mechanism, it was not required to use a large amount of heavy reinforcement. A packer truck, for example, uses a very heavily reinforced steel body. This is required to withstand the tremendous packing forces. When a compactor truck loads, it displaces all the material previously placed in the truck. The DRECT truck essentially lifts the bundles and drops them into the truck, rather than pushing them into the truck from the bottom. The equipment deals only with the forces of gravity and light frictional resistance. It can therefore be much lighter as compared to the packer. In addition to physical weight, the lighter forces encountered require a lower engine speed. The engine, therefore, works less and expends less energy.

6.4.2.2 Energy Savings Through Increased Use of Secondary Materials. Given that the current shortfall in the domestic recovery of waste newspaper is made up through imports, significant energy savings would not occur among end-users of secondary materials, as a result of increased Canadian recovery. In addition, some end-users, such as cellulose insulation manufacturers, are not in a position to substitute newspaper for pulp. An increase in the recovery of waste glass and its substitution for virgin materials in the glass production process would, however, lead to direct energy savings.

Where waste glass is substituted for virgin materials in the glass manufacturing process, there are direct energy savings in the production process of approximately 20 to 30%, or an average of 3.5 GJ per tonne. Therefore, if the total potential increase in glass recovery of 172 042 tonnes per year were achieved, a total energy savings of 602 147 GJ per year would occur, or the equivalent of 16.2×10^6 litres of oil per year.

6.4.3 Cost Savings. In the economic analysis undertaken earlier, the DRECT truck was shown to have an advantage over conventional magnavans in the average per ton collection costs for multimaterial recycling programs. If the savings of approximately $1.77/tonne collected as achieved in the East York program are applied to all of the potentially recoverable materials identified in this analysis, i.e.

277 649 t/yr news
172 042 t/yr glass
---
446 691 t/yr

total potential savings throughout the system could be calculated as:

446 691 t/yr x $1.77/tonne = $790 643/yr

Again this superficial analysis does not take into consideration the fact that the glass component would not be recovered without the development of such a multimaterial collection vehicle, nor does it consider the potential for recovering additional material simultaneously.

7 CONCLUSIONS

The vehicle developed has fulfilled the operational requirements of the East York recycling program and holds considerable promise for use in other urban multi-material curbside collection programs. Direct cost savings have been identified in the operation of this vehicle over collection commonly in use in other areas. The development of this vehicle has the potential to impact positively on the rate of adoption of multimaterial at-source recycling programs in Canadian municipalities, with the attendant environmental and conservation benefits to be derived from such a development.

Environnement Canada
Service de la protection de l'environnement

Environment Canada
Environmental Protection Service

Fabrication et démonstration d'un camion spécialement conçu pour la collecte des déchets de verre, de métal et de papier

Canada

Développement technologique
Rapport SPE 4-EP-83-1

Direction générale des programmes visant la protection de l'environnement
Mai 1983

SÉRIE DE RAPPORTS DU SERVICE DE LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT

Les rapports sur le développement technologique décrivent l'outillage et les procédés techniques, ainsi que les résultats des études portant sur les laboratoires, les installations d'essai, les démonstrations, ou l'évaluation des équipements. Ces rapports constituent une source centrale de renseignements sur les activités et la mise en valeur du Service de la protection de l'environnement.

Les autres catégories de la série de rapports du S.P.E. comprennent les groupes suivants: règlements, codes et accords; politique et planification; analyse économique et technique; surveillance; guides de formation; rapports et exposés à l'enquête publique; et impacts environnementaux.

Les demandes relatives aux rapports du Service de la protection de l'environnement doivent être adressées au Service de la protection de l'environnement, ministère de l'Environnement, Hull (Québec), Canada K1A 1C8.

LE PROGRAMME DRECT

Le DRECT, programme de création et de démonstration de techniques de conservation des ressources et de l'énergie est un programme à frais partagés qui fait partie du Programme énergétique national. Il a été institué afin de stimuler la création de nouvelles techniques à faible coefficient énergétique dans le secteur des polluants (solides, liquides ou gazeux).

Les fonds accordés dans le cadre du programme servent à la mise en application de prototypes, c'est-à-dire de premiers modèles à l'échelle réelle. Une certaine quantité de travaux de recherche et de developpement peuvent faire partie du projet (échelle expérimentale ou échelle pilote), mais ces travaux doivent être reliés à l'application d'un prototype. Tout organisme ou entreprise peut participer, sauf les ministères du gouvernement fédéral. Ceux dont le projet est retenu peuvent recevoir 50% du coût total prévu jusqu'à concurrence de $200 000 par projet, par année.

Si un projet répond aux critères susmentionnés, son auteur peut faire une demande d'aide financière en envoyant un résumé de deux pages du projet en question à l'un des bureaux régionaux du Service de la protection de l'environnement ou au:

Secrétariat du DRECT
Service de la protection de l'environnement
Environnement Canada
Ottawa (Ontario)
K1A 1C8

(819) 997-3405

Fabrication et démonstration d'un camion spécialement conçu pour la collecte des déchets de verre, de métal et de papier

par
La Is Five Foundation
Toronto (Ontario)

pour la
Direction des services techniques
Direction générale des programmes de protection de l'environnement
Service de la protection de l'environnement
Environnement Canada

Ce projet a été réalisé en vertu du Programme de création et de démonstration de techniques de conservation des ressources et de l'énergie.

D➧RECT

EPS 4-EP-83-1F
Mai 1983

Publication distribuée par
Environnement Canada
Ottawa
K1A 1C8

Édition française de
Development and Demonstration of a Customized Truck for Collection of Glass, Metal and Paper Refuse
préparée par le Module d'édition française
d'Environnement Canada

N° de catalogue : En 48-4/83-1F
ISBN : 0-662-92166-6

©
Ministre des Approvisionnements et Services
1983

REMERCIEMENTS

Au nom de la Is Five Foundation nous tenons à remercier le personnel de la DEL Equipment Ltd. pour sa précieuse collaboration. Nous aimerions aussi remercier particulièrement MM. Paul Martin, Michael Mahoney et Richard Olins, ingénieurs ainsi que MM. Stuart Hay, John Payne et David Campbell, ingénieurs à Environnement Canada. Sans leur appui, ce projet n'aurait pas pu être mené à bonne fin.

Enfin, il nous faut souligner l'appui inestimable fourni par tout le personnel du East York Conservation Centre. Sa volonté de faire évoluer la situation de la récupération à la source en général, en mettant sur pied un important programme de démonstration de recyclage à l'échelle municipale, a fourni le terrain propice et l'élan nécessaire à la réalisation de ce projet.

RÉSUMÉ

On a démontré que les taux de récupération des rebuts étaient plus élevés lorsque la collecte se faisait en bordure de rue que lorsque les rebuts étaient déposés dans des bacs.

La collecte des vieux journaux en bordure de rue est souvent une méthode très convenable, mais tel n'est pas le cas pour d'autres types de rebuts. Dans le présent projet, on fait la démonstration d'un système qui permet la collecte de plus d'un type de rebuts avec un bon taux de récupération.

ABSTRACT

It has been demonstrated that higher material recovery rates can be achieved through curbside collection of refuse then through the depot (drop-off) mode.

Where the curbside collection of newspaper is, in many cases, viable, the same cannot be said for other types of refuse. This project identifies and demonstrates a system that enables profitable collection of more than one type of refuse.

TABLE DES MATIÈRES

REMERCIEMENTS III
RÉSUMÉ/ABSTRACT V
LISTE DES FIGURES VII
LISTE DES TABLEAUX VII

1 INTRODUCTION 1

2 OBJECTIFS 3

3 HISTORIQUE 5
3.1 Collecte sélective en bordure des rues 5
3.2 Équipe de deux personnes 5
3.3 Déchargement automatique 6
3.4 Comparaison des coûts 6
3.5 Simplicité de la conception 7

4 CONCEPT FINAL 9

5 DÉROULEMENT DES OPÉRATIONS 11
5.1 Collecte 11
5.2 Chargement de la benne 11
5.3 Déchargement de la benne 18

6 ANALYSE ÉCONOMIQUE 19
6.1 Frais d'exploitation 19
6.2 Revenus 20
6.3 Comparaison avec d'autres camions 20
6.4 Répercussions possibles du prototype 22
6.4.1 Récupération des matériaux 24
6.4.2 Économies d'énergie 25
6.4.2.1 Économies d'énergie au niveau de la collecte 25
6.4.2.2 Économies d'énergie par l'utilisation accrue de matériaux secondaires 26
6.4.3 Économies reliées aux coûts 26

7 CONCLUSIONS 27

LISTE DES FIGURES

1 Caractéristiques du camion du DRECT 9

LISTE DES TABLEAUX

1 Prix d'achat approximatifs de camions neufs (1980) 6
2 Frais d'exploitation annuels estimatifs 20
3 Revenus annuels estimatifs 20
4 Frais d'exploitation estimatifs 21
5 Revenus annuels estimatifs 22
6 Vieux papier journal récupérable 24
7 Verre récupérable 24

1 INTRODUCTION

Depuis 1974, la Is Five Foundation s'occupe directement de la conception et de l'exécution de programmes de récupération des déchets à la source. L'un des principaux obstacles à l'implantation généralisée de tels programmes a été le manque d'équipement bien adapté à la collecte le long des rues de divers matériaux recyclables jetés au rebut. Grâce à une subvention accordée par Environnement Canada dans le cadre de son Programme de création et de démonstration de techniques de conservation des ressources et de l'énergie (DRECT), grâce aussi à la collaboration technique et à l'esprit inventif de la DEL Equipment Ltd. de Toronto, la Is Five Foundation a pu mettre au point un prototype de véhicule de collecte sélective des rebuts ménagers recyclables. Le présent rapport définit les critères de conception utilisés et fournit une évaluation préliminaire de ce prototype.

La conception du nouveau véhicule est le résultat d'efforts concertés et le fruit de l'expérience acquise par le personnel de la Is Five Foundation lors de la mise en oeuvre de programmes de recyclage municipaux ainsi que d'une connaissance approfondie des besoins inhérents à la gestion des ordures ménagères. L'évaluation du rendement du véhicule a été faite sur une période d'essai de six mois, dans le cadre d'un programme de recyclage de East York. Ce camion est maintenant intégré au programme en vigueur de collecte, en bordure des rues, du verre et du papier journal et on projette de faire en même temps celle des contenants métalliques.

Le programme de recyclage de East York mis sur pied par la Is Five Foundation est dirigé par le East York Conservation Centre. Dans le cadre de ce programme de recyclage, on récupère actuellement le papier journal et le verre provenant des ordures ménagères ainsi que le carton ondulé, le papier de qualité supérieure, le verre et le bois provenant de sources industrielles, commerciales et institutionnelles situées dans la municipalité de East York. East York est une municipalité de la région métropolitaine de Toronto qui compte une population d'environ 104 000 habitants. Son programme de recyclage est en vigueur depuis février 1978.

2 OBJECTIFS

Le présent projet avait pour objectif principal de concevoir, de construire et de faire l'essai d'un prototype de véhicule de collecte qui faciliterait l'exécution de programmes de récupération simultanée de rebuts de nature diverse.

Pour atteindre cet objectif, il fallait répondre aux conditions suivantes :

- Le véhicule devait permettre la collecte, en une seule opération, de deux catégories ou plus de matériaux et pouvoir les transporter dans des compartiments distincts.
- Le mode de chargement, conçu en fonction d'une équipe de travail composée d'un conducteur et d'un éboueur, devait réduire l'effort physique habituellement fourni pour le chargement manuel des camions classiques à ridelles ou à benne.
- Le véhicule devait être doté d'un mécanisme de déchargement automatique.
- Le coût de construction du véhicule devait être comparable au prix des véhicules ordinaires d'enlèvement des ordures.
- La conception de ce véhicule devait être simple de façon à réduire les coûts de construction et d'entretien et à assurer une certaine fiabilité.

3 HISTORIQUE

Cette section traite des raisons qui ont motivé chacune des exigences susmentionnées et de leurs répercussions sur la conception du prototype de véhicule.

3.1 Collecte sélective en bordure des rues de rebuts ménagers différents

En Amérique du Nord, plusieurs projets de recyclage ont démontré clairement que la collecte en bordure des rues permet de récupérer une plus grande quantité de matériaux que le dépôt volontaire. En outre, on a pu constater que, jusqu'à maintenant, ce qui incitait fortement les municipalités ontariennes à mettre sur pied des services de recyclage était leur effet sur le flux actuel des déchets solides. Par conséquent, si l'on veut favoriser l'adoption de programmes de recyclage à la source, il faut pouvoir démontrer que ces techniques permettent de récupérer une part importante du flux des rebuts ménagers.

En raison des prix relativement bas payés pour les matériaux récupérables provenant des ordures ménagères et du genre de techniques de récupération actuellement utilisées, la collecte sélective de matériaux, autres que le papier journal, déposés en bordure de rue, n'était pas justifiable sur le plan économique. Les frais de la collecte sélective de matériaux comme le verre et le métal dépasseraient nettement les revenus qu'on peut espérer en tirer. La collecte simultanée de ces mêmes matériaux entraînerait toutefois des économies d'échelle qui réduiraient de façon importante les frais de collecte.

Certains programmes pilotes mis à l'essai aux États-Unis ont fait l'objet d'une analyse. Ces programmes consistent à ramasser pêle-mêle les ordures ménagères et à les trier dans une installation de traitement. Aux États-Unis, on a de sérieux doutes sur la viabilité économique de ce type de programme. Un tel système serait difficile à justifier dans le contexte canadien, du fait que les ordures sont de nature très différente (surtout qu'il y a un manque de contenants en aluminium dont la récupération est rentable) et que les produits récupérés ont des débouchés très divers. Il faudrait donc trier les matériaux avant la collecte et les répartir dans des contenants distincts à l'intérieur du véhicule.

Lorsque, dans des programmes de recyclage, on a utilisé des véhicules de collecte classiques (camions à ridelles à plate-forme surélevée ou camions à benne), les frais de collecte et de manutention ont été élevés. D'une part, le chargement de ces camions nécessite une équipe de deux personnes (l'une dans le véhicule et l'autre au sol); d'autre part, il faut parfois recourir à des appareils de manutention pour effectuer le déchargement des contenants. En outre, ces contenants réduisent considérablement le volume de chargement. Tous ces inconvénients pourraient être évités par la mise au point d'un mécanisme de chargement approprié.

3.2 Équipe de deux personnes

La main-d'oeuvre est l'élément le plus important des coûts variables de la plupart des opérations de recyclage. Étant donné les maigres surplus réalisés jusqu'à présent lors de l'application de programmes de récupération à la source, les programmes de collecte mis sur pied par la Is Five Foundation prévoient une équipe d'au plus deux personnes par véhicule pour enlever les matériaux des deux côtés de la rue au cours d'un seul passage. Lorsqu'il n'y a qu'un seul éboueur, l'opération de chargement prendra moins de temps s'il peut charger les matériaux par l'arrière du véhicule plutôt que par les ouvertures latérales. On peut également réduire le temps de collecte si l'éboueur peut se tenir à l'arrière du véhicule en toute sécurité, au lieu d'être obligé de réintégrer la cabine ou de se tenir sur son marchepied entre chaque étape. Ce sont là des points qu'il ne faut surtout pas négliger au stade de conception du véhicule.

Les camions classiques qui ont une charge utile de 4,5 tonnes sont en général dotés d'un châssis surélevé. Le plancher de la benne se trouve habituellement à 1,5 mètre au-dessus du sol. Au fur et à mesure que le camion se remplit, l'éboueur doit soulever les déchets à des hauteurs pouvant avoir 2 ou 3 mètres et en plus les tirer ou les déplacer vers l'avant du camion. Cet inconvénient, au cours des programmes précédents, a été une des causes des nombreuses démissions du personnel. Les véhicules standard à châssis surbaissé, c'est-à-dire ceux dont la base de la benne est environ à 0,7 mètre au-dessus du sol, ont en général une charge utile inférieure, de l'ordre de 1 à 2,5 tonnes. Ces camions présentent des avantages appréciables pour le chargement de matériaux recyclables mais leur capacité de charge étant moindre, il faut faire de fréquents voyages pour les décharger aux points de vente ou à un centre de manutention intermédiaire. C'est pourquoi le prototype de camion devait être muni, en plus d'ouvertures de chargement à l'arrière, d'un système de chargement qui minimiserait les efforts que doit déployer l'éboueur. Idéalement, les matériaux devaient pouvoir être déversés dans une trémie à chargement assisté et la hauteur de chargement devait être semblable à celle d'un camion à benne tasseuse classique. En outre, il fallait incorporer un mécanisme de répartition des matériaux dans la benne. La qualité du travail à effectuer par les éboueurs s'en trouverait grandement améliorée.

3.3 Déchargement automatique

La double manutention de tout matériau récupéré entraîne des pertes de temps et d'argent tant pour le récupérateur que pour l'acheteur de matériaux récupérés. Le déchargement manuel à la fin de la journée de travail, lorsqu'on a accumulé une certaine fatigue, nuit de façon certaine à la qualité du travail qu'ont à faire les employés.

Bien que l'installation d'un mécanisme de basculement hydraulique constitue une solution évidente au problème ci-dessus, il faut quand même noter qu'il doit permettre le déchargement séparé de chacun des types de matériaux récupérés.

3.4 Comparaison des coûts

Au Canada, le prix d'achat des véhicules traditionnellement utilisés pour les opérations de recyclage varie de quelques centaines de dollars pour une camionnette d'occasion à plus de 60 000 dollars pour un camion à benne tasseuse neuf. Le choix du type de camion dépend de l'offre du marché et des moyens financiers dont on dispose. Lorsque les véhicules de collecte peuvent se rendre à un centre de manutention intermédiaire de leur secteur, la capacité de charge inférieure des fourgonnettes Step van ou Magnavan s'est avérée suffisante. Dans les programmes qui prévoient la livraison de matériaux récupérés directement à des utilisateurs, à leurs agents ou à des négociants, il est habituellement avantageux d'utiliser des camions avec une capacité de charge plus élevée (camions standard à ridelles ou à benne avec une charge utile de 5 tonnes). L'utilisation de camions à benne tasseuse s'explique par le fait que les municipalités en possédaient déjà et, qu'en plus d'avoir une capacité de charge élevée, ils sont dotés d'un mécanisme de chargement automatique. À titre de comparaison, voici les prix d'achat approximatifs de camions neufs :

TABLEAU 1 PRIX D'ACHAT APPROXIMATIFS DE CAMIONS NEUFS – 1980

Charge utile	Type	Prix
1 tonne	Camionnette	7 000 $
2,5 tonnes	Magnavan	11 000 $
5 tonnes	Camion à benne	18 000 $
6 tonnes	Camion à benne tasseuse	60 000 $

Bien que le camion à benne tasseuse possède plusieurs des caractéristiques susmentionnées, la robustesse de sa construction dépasse les besoins d'un programme de recyclage. En effet, ce véhicule a été conçu pour compacter sous de fortes pressions de grandes quantités d'ordures ménagères, d'où son coût de construction élevé. En général, le compactage n'est pas souhaitable lors de la récupération des matériaux. Les résultats du programme de recyclage à Etobicoke (Toronto, Ontario) en particulier, laissent même à penser que l'utilisation continue de dispositifs de tassement des matériaux à forte densité comme le papier journal, entraîne une usure excessive de l'équipement et augmente les frais d'entretien. Par ailleurs, il est possible d'adapter à un véhicule moins onéreux plusieurs des caractéristiques intéressantes du camion à benne tasseuse. Il a donc été décidé de construire le nouveau véhicule en se servant d'un châssis standard. Cette décision fondamentale était basée sur la volonté de réduire de manière appréciable les coûts de construction et de mise au point, et elle avait pour but d'augmenter les possibilités d'utilisation et le nombre d'utilisateurs de tout nouveau modèle de camion qui serait mis au point. Étant donné que, comme il a été mentionné plus haut, les possibilités de profit sont minces et que toute entreprise de recyclage doit fonctionner plus comme une entreprise commerciale conventionnelle que comme un système secondaire de gestion des déchets, un véhicule dont les coûts de construction seraient supérieurs à ceux des véhicules classiques ne pourrait pas s'attirer la faveur des récupérateurs.

Le budget limité de ce programme particulier a obligé entre autres à acheter un châssis usagé. Ce choix n'a cependant pas eu de conséquences importantes sur la conception finale du véhicule.

3.5 Simplicité de la conception

Il était également possible de réaliser des économies sur les coûts totaux de construction car le prototype était conçu pour recevoir dans la mesure du possible des pièces standard. L'utilisation d'un équipement de camions fabriqués en série permettait d'éviter le plus possible les problèmes de rodage de tout nouveau prototype et permettait de prévoir les performances des diverses composantes. L'entretien pouvait de plus être effectué par une main-d'oeuvre non spécialisée et dans des ateliers ordinaires, ce qui contribuait à réduire les frais d'exploitation.

On avait aussi l'impression que, pour gagner la faveur des récupérateurs, le prototype ne devait pas trop trancher par son originalité. En somme, le véhicule devait être fabriqué avec des composantes ayant déjà fait leurs preuves et modifiées pour répondre aux conditions d'exploitation particulière d'une industrie de recyclage des déchets ramassés à la source.

Ce nouveau véhicule est, par conséquent, le résultat d'une série de compromis entre des critères de rendement optimal et des contraintes technologiques et financières.

4 CONCEPT FINAL

À la figure 1 on trouvera une liste des caractéristiques du prototype de véhicule. Sa benne, construite sur mesure, repose sur un châssis GMC modèle 6000. Compte tenu des contraintes financières du projet et des principaux critères d'exploitation, ce châssis représente le meilleur choix possible : charge utile de 6 tonnes, boîte de vitesses automatique et servo-freins. Soulignons, cependant, que tout autre châssis présentant les mêmes caractéristiques pourrait être utilisé pour construire d'autres véhicules semblables.

La benne comprend plusieurs éléments qui lui sont propres. Elle est construite en fibre de verre parce que ce matériau est léger et permet une charge utile supérieure à celle des bennes fabriquées en métal, parce qu'elle est résistante et parce qu'elle se prête facilement à des modifications. Elle a été divisée en trois compartiments en élevant des cloisons en tôle parallèles à ses parois latérales. Le volume de chaque compartiment (verre, contenants métalliques et papier journal) a été établi proportionnellement aux quantités ramassées lors d'essais préliminaires en bordure de rue. La plate-forme de chargement à l'arrière du véhicule est un hayon élévateur modifié ayant un godet à chacune de ses extrémités latérales. Enfin un rateau commandé par un vérin hydraulique monté à la partie supérieure de la benne tire le papier journal vers l'intérieur.

FIGURE 1 CARACTÉRISTIQUES DU CAMION DU DRECT

CHÂSSIS ET GROUPE MOTOPROPULSEUR	
Fabricant	GMC
Modèle	6000
Moteur	à essence, 6 l V8
Boîte de vitesses	automatique, Allison 543
Essieu avant	3,6 tonnes
Essieu arrière	9,4 tonnes
Freins	Servo-freins à tambour, freins à main sur transmission
Prise de mouvement	Prise de mouvement combinée Edbro avec pompe à piston de 450 cm^3/s, et commandes de cabine de la prise de mouvement et commandes de treuil Morse.
BENNE	
Fabricant	Diesel Equipment Ltd.
Modèle	Hors série, en fibre de verre
Dimensions	4,9 m (longueur), 2,6 m (largeur), 1,9 m (hauteur intérieure)
Volume de la benne	Total : 21,7 m^3 Compartiment à verre et contenants métalliques : 1,6 m^3 par compartiment (2)
Plate-forme de chargement	Élévateur modèle DEL DD-200 (modifié); capacité 1 tonne Hauteur de levage : 185 cm Largeur : 259 cm Profondeur : 75 cm
Dispositif de remplissage	Système spécialement conçu, constitué d'un vérin hydraulique de 6,4 cm tirant une lame renforcée de la plate-forme réservée au papier journal jusqu'à l'intérieur de la benne.

Dispositif de vidage	Deux vérins télescopiques (en extension totale) donnent à la benne une inclinaison maximale de 55 degrés.
Portes	Deux portes latérales (91 cm X 107 cm chacune) pour chargement et accès latéral. Une porte à charnières verticales à l'arrière de chacun des compartiments latéraux (91 cm X 46 cm chacune). Deux portes à battants (76 cm X 152 cm chacune) pour le compartiment à papier journal.
Poids net	6 tonnes

5 DÉROULEMENT DES OPÉRATIONS

Les photographies 1 à 6 illustrent le fonctionnement du véhicule. Le cycle des opérations se déroule en trois étapes : la collecte, le chargement et le déchargement.

5.1 Collecte

Pendant la collecte, la plate-forme de chargement est à sa position la plus basse, c'est-à-dire que les marchepieds sont à environ 15 cm de la chaussée et la plate-forme à 60 cm. L'éboueur se tient sur l'un des marchepieds arrière lorsque le véhicule est en mouvement et, tandis que le chauffeur s'arrête à tous les dépôts, il en descend pour procéder au chargement. Lorsqu'il faut ramasser trois matériaux différents (verre, contenants métalliques et papier journal), l'éboueur les dépose dans les sections de la plate-forme de chargement qui leur sont réservées. Le papier journal est empilé dans la section centrale d'une superficie de 1 m^2 ; le verre et le métal sont déversés dans leurs godets respectifs. Ces godets ont une contenance de 0,13 m^3. Dans les quartiers résidentiels, à l'exception des artères principales, l'éboueur ramasse les rebuts ménagers recyclables déposés des deux côtés de la rue au cours d'un même "passage". Lorsqu'il y a de grandes quantités de papier journal à certains dépôts (comme cela se produit souvent dans les programmes de récupération en bordure de rue), le conducteur peut également descendre du véhicule et participer au chargement par les ouvertures latérales. Lorsque seulement deux matériaux sont ramassés, comme c'est le cas à East York, le verre peut être mis dans les deux godets de la plate-forme et être déversé ensuite dans les compartiments latéraux de la benne.

Une fois le chargement terminé, l'éboueur remonte sur le marchepied de la plate-forme et appuie sur un bouton situé au-dessus de la main-courante. Ce bouton actionne une sonnerie située dans la cabine. L'éboueur s'en sert pour avertir le conducteur de continuer sa route ou de s'arrêter à un dépôt qu'il n'a pas vu.

5.2 Chargement de la benne

Lorsque la plate-forme de chargement est remplie, c'est-à-dire lorsqu'elle contient environ 180 kg de papier et 60 kg de verre, le conducteur arrête le camion et met en marche la prise de mouvement en faisant tourner le moteur au ralenti accéléré (environ 1200 r/min). L'éboueur, de son côté, actionne les commandes hydrauliques situées à l'arrière de la benne. Le rateau horizontal monté à la partie supérieure de la benne est amené le plus loin possible vers l'arrière du camion pendant que la plate-forme de chargement s'élève à sa position la plus élevée. Le rateau est ramené ensuite vers l'avant, entraînant dans la benne le papier journal récupéré. Pour permettre une meilleure répartition du papier journal à l'intérieur de la benne, on a installé à la hauteur du rateau un plateau qui traverse l'espace de chargement (voir photo 4).

Le fond des deux godets latéraux est incliné. Lorsque la plate-forme est en haut, ces godets sont vis-à-vis des bouches de chargement, à l'arrière et de chaque côté de la benne. Pour permettre le chargement du papier journal par les portes latérales, ces compartiments n'occupent pas toute la longueur de la benne et leur extrémité avant forme un angle obtus avec les cloisons intérieures pour empêcher le blocage du papier au cours du déchargement. Les leviers à chaîne commandent l'ouverture des portes à ressort des deux godets dont le contenu tombe dans les compartiments latéraux et la plate-forme de chargement retourne en bas. La prise de mouvement s'arrête et le ramassage se poursuit. Ce prototype avait été muni d'une commande hydraulique manuelle pour chacune des fonctions : un levier commandait la montée et la descente de la plate-forme et l'autre, le mouvement horizontal du rateau. On voulait ainsi

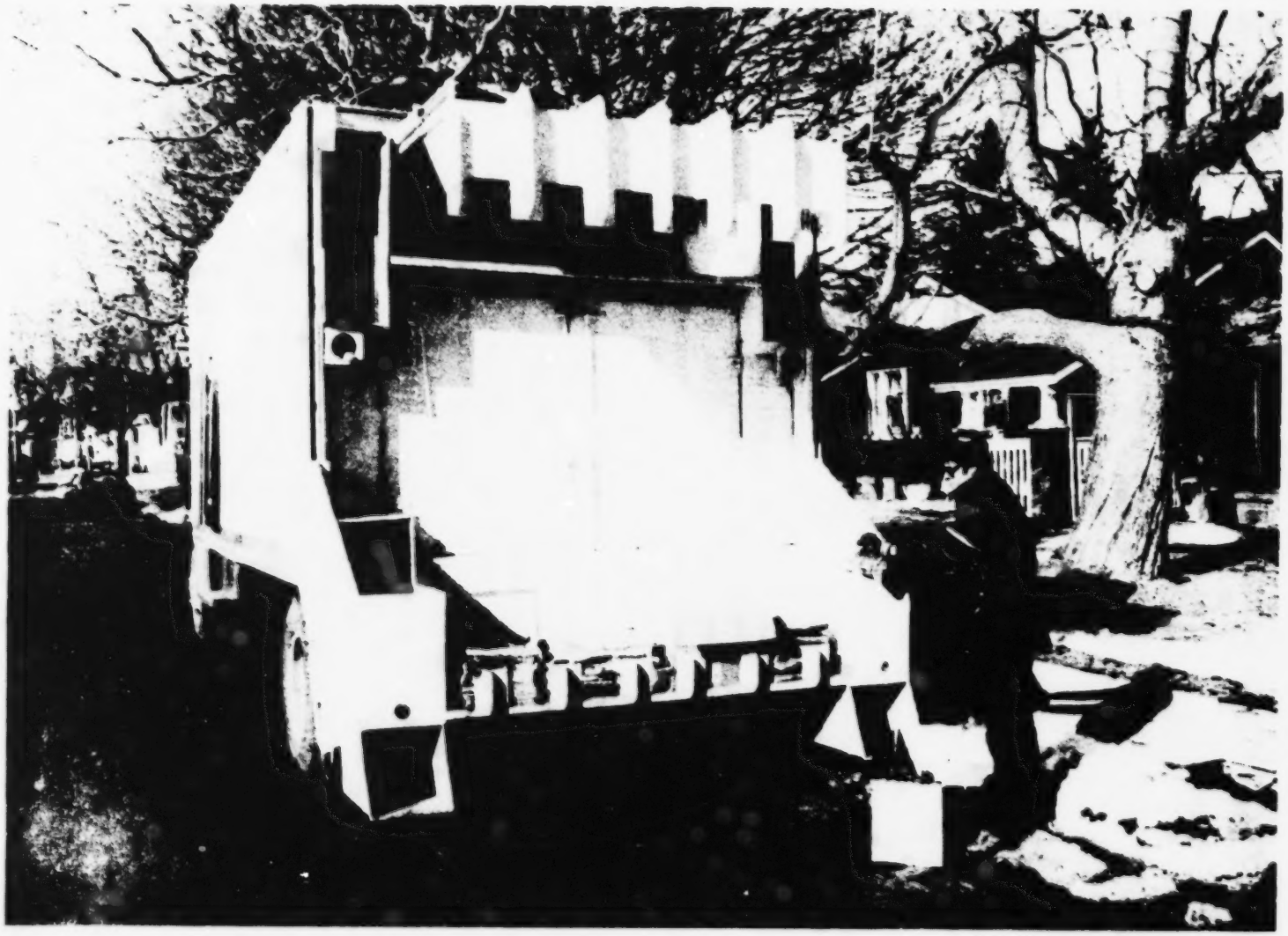

Illustration 1 Le papier journal est déposé au centre de la plate-forme de chargement et le verre est mis dans les godets latéraux (l'un des godets est prévu pour recevoir des contenants métalliques). L'éboueur fait le trajet sur l'un des marchepieds arrière.

Illustration 2 La plate-forme de chargement en cours de montée lors du chargement de la benne.

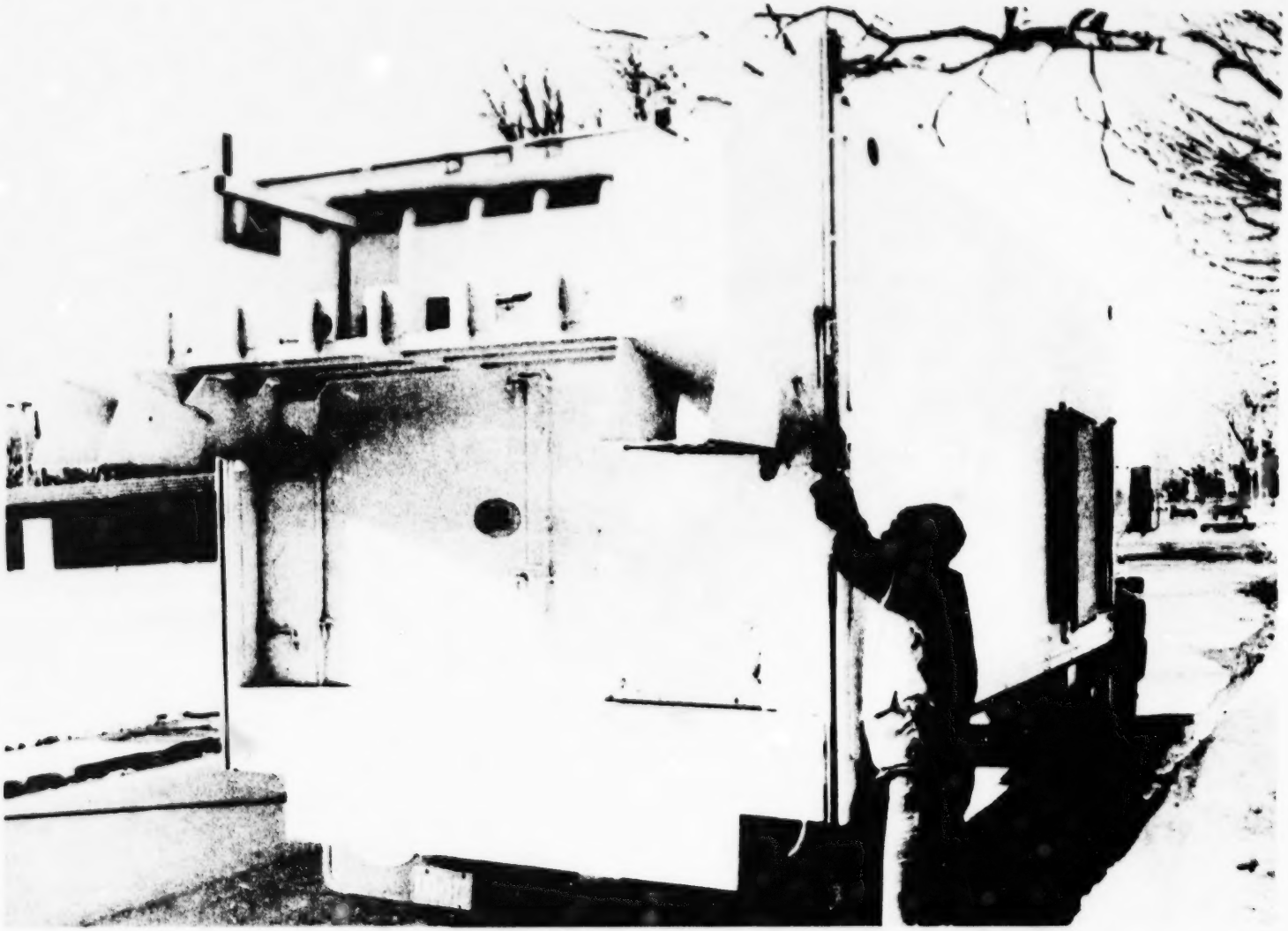

Illustration 3 Le rateau horizontal tire le papier journal dans le compartiment central de la benne et le verre tombe dans les compartiments latéraux.

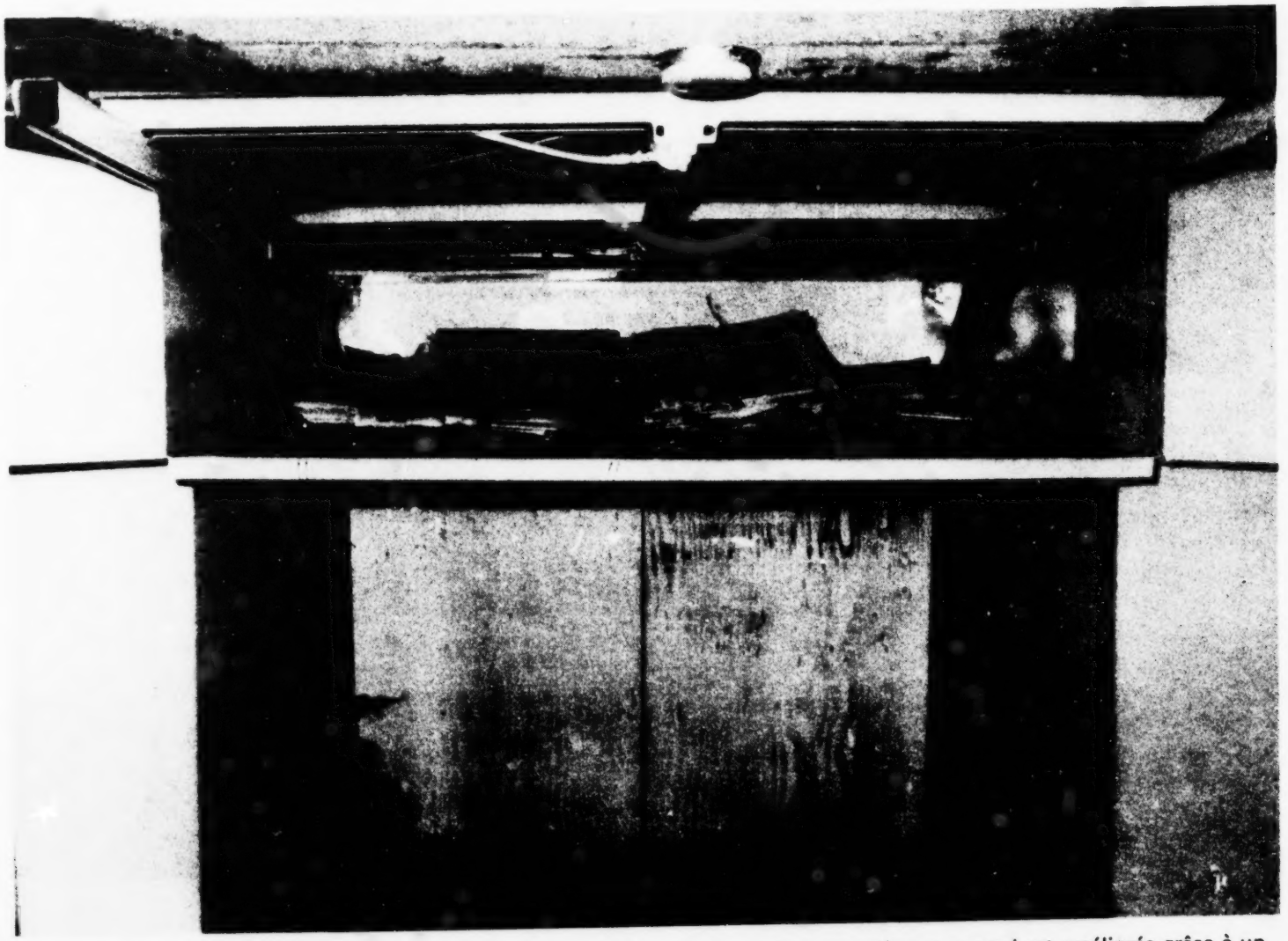

Illustration 4 Vue de l'intérieur. La répartition du papier journal dans le compartiment central est améliorée grâce à un plateau qui le traverse dans sa partie arrière. On remarque de chaque côté les compartiments latéraux où sont déversés le verre ou le métal.

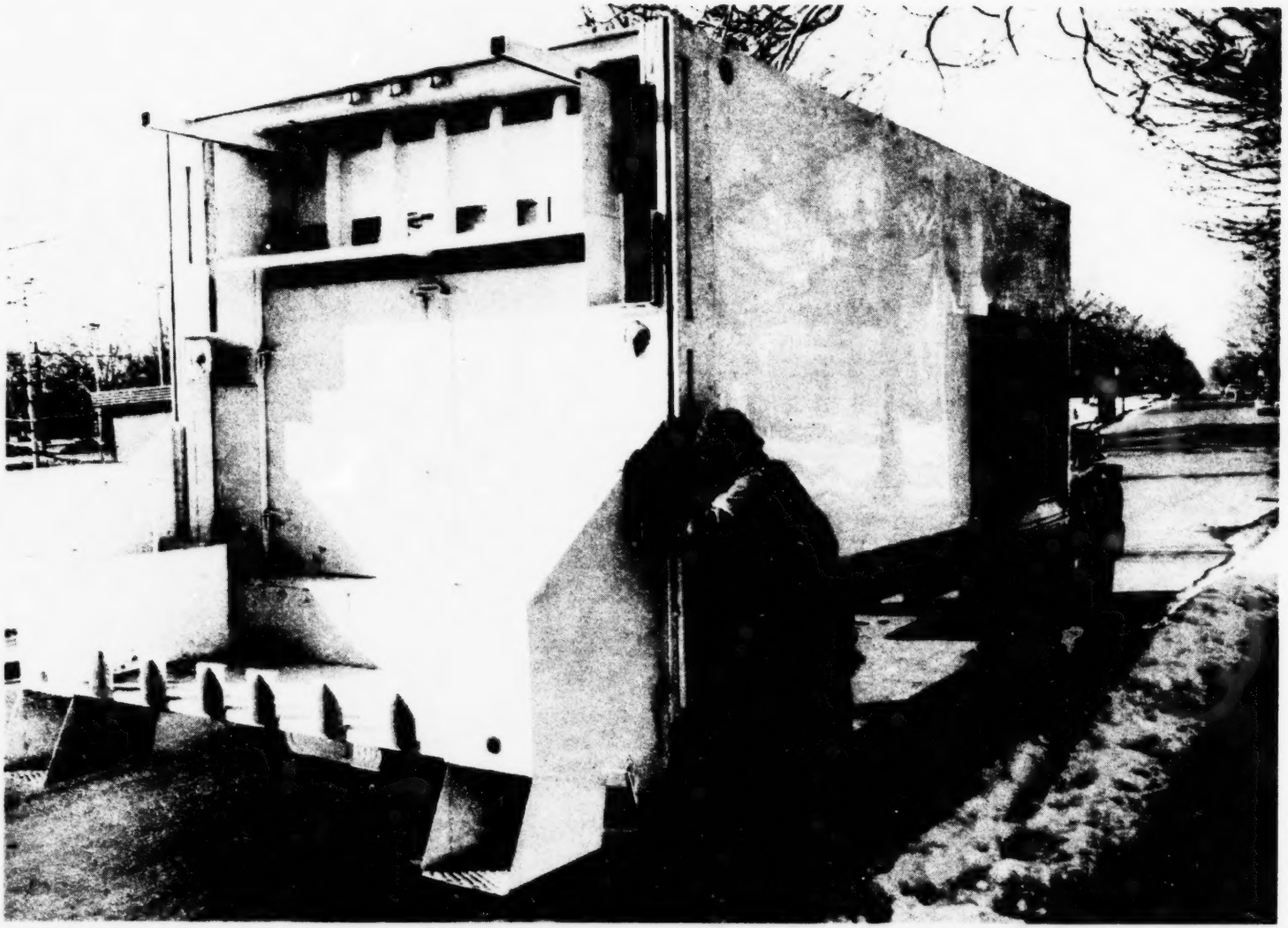

Illustration 5 Une fois les matériaux déchargés dans la benne, on abaisse la plate-forme de chargement. À noter les portes latérales (des deux côtés du véhicule) par lesquelles on peut aussi charger les vieux journaux.

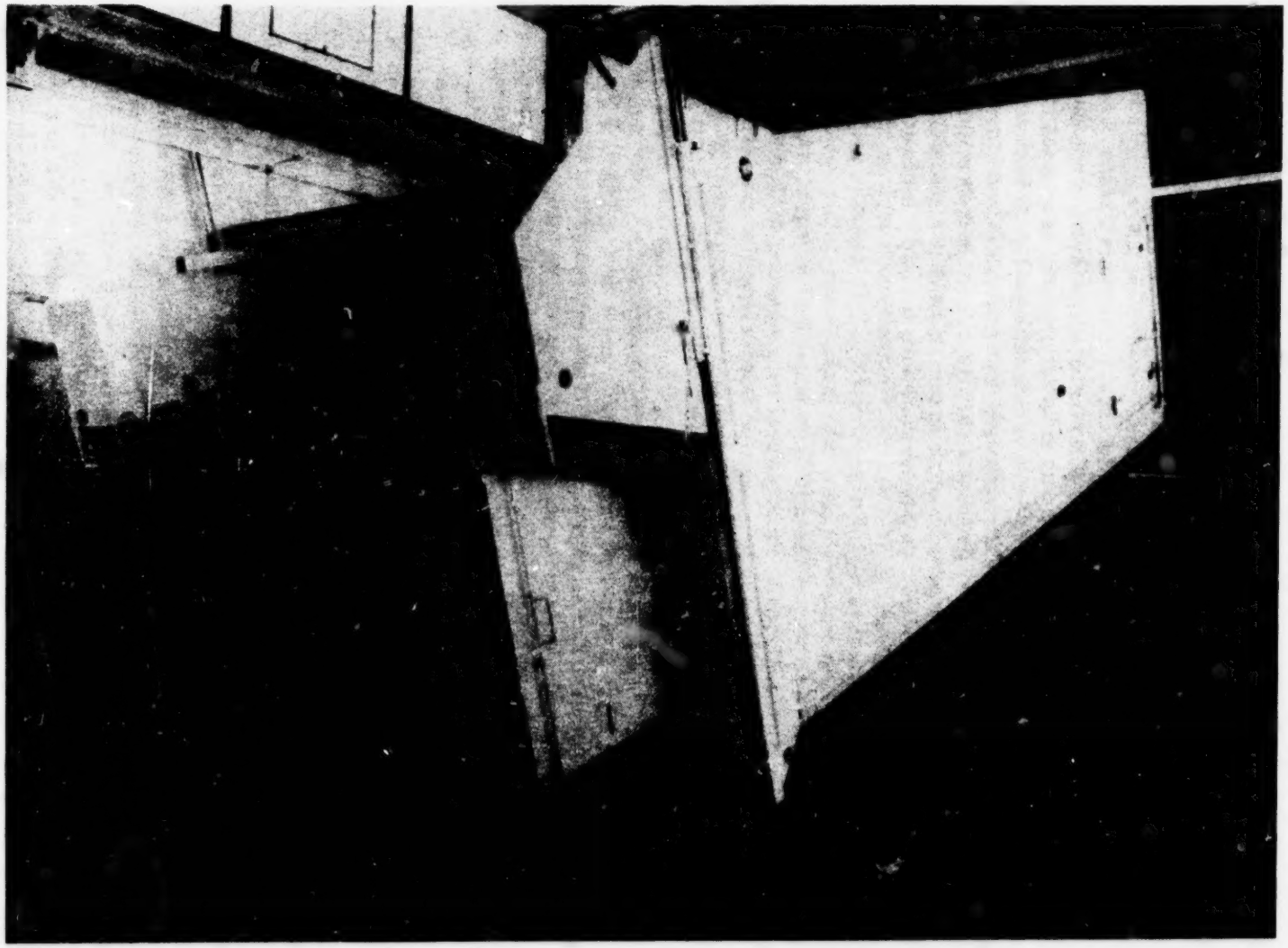

Illustration 6 Les matériaux sont déchargés séparément en ouvrant les portes arrière du compartiment approprié.

faciliter les modifications techniques qui pourraient être apportées au cours de l'étape d'évaluation. Le camion sera éventuellement doté d'un circuit hydraulique à commande électrique qui permettra de faire le cycle des opérations automatiquement.

Le camion du DRECT doit en moyenne s'arrêter après 15 ou 20 collectes pour effectuer un cycle de chargement qui dure habituellement une minute et demie.

5.3 Déchargement de la benne

À la fin de la tournée ou lorsque le camion est plein, la plate-forme de chargement est ramenée en position élevée et le camion est dirigé sur un centre de manutention intermédiaire. Le conducteur déclenche alors le mécanisme de basculement de la benne et donne à celle-ci, directement de la cabine, l'angle d'inclinaison approprié. Les portes à battants du compartiment contenant le papier journal ayant été ouvertes, celui-ci se déverse directement sur le plancher de l'entrepôt. Quant au verre, il est par la suite déchargé de la même façon, mais directement dans des conteneurs roulants de grandes dimensions qui seront expédiés plus tard en grandes quantités vers les utilisateurs.

6 ANALYSE ÉCONOMIQUE

La collecte n'est pas l'unique aspect d'un programme de recyclage. Comme le nouveau véhicule devait s'intégrer au programme global de recyclage déjà en vigueur dans une municipalité, il a fallu tenir compte lors de sa conception des autres aspects du programme tels que la campagne d'information, la récupération des matériaux, leur manutention et leur traitement intermédiaires ainsi que leur expédition vers les utilisateurs. Le présent rapport n'a pas pour objet de faire une analyse économique complète de tous les aspects du programme de recyclage dont ce véhicule n'est qu'un élément. Nous nous bornerons donc à démontrer la viabilité économique du nouveau véhicule, indépendamment des nombreux autres facteurs qui sont, nous devons néanmoins le souligner, indissociables de la faisabilité économique de tout programme de recyclage.

6.1 Frais d'exploitation

Comme on l'a déjà souligné, le budget était limité et on a dû faire l'acquisition d'une cabine et d'un châssis usagés. De plus, les travaux de recherche et de développement effectués par la Is Five Foundation et la DEL, le fabricant de la benne, ont entraîné des frais considérables. C'est pourquoi, dans l'évaluation de la viabilité économique du véhicule, on n'a retenu pour les calculs que les coûts réels de construction d'un nouveau véhicule semblable. Une cabine et un châssis neufs de même dimension, possédant un équipement équivalent, coûteraient environ 18 000 $. Selon les chiffres de la DEL Ltd., le coût de construction d'une benne et de son dispositif de chargement serait d'environ 10 600 $ (y compris les frais de recherche et de développement). Par conséquent, le coût d'achat approximatif du véhicule serait d'environ 29 000 $ (1980) et dans le cas d'une dépréciation continue de 25 p. cent par année pendant quatre ans, il faudrait compter une allocation annuelle de coût en capital d'environ 7 250 $.

Selon les données recueillies au cours d'une période de six mois, une équipe composée d'un conducteur et d'un éboueur peut, avec un tel véhicule ramasser en moyenne 6 tonnes de rebuts ménagers par journée de travail de 8 heures. Soulignons, une fois de plus, que cette moyenne est davantage attribuable au succès global remporté par le programme lui-même qu'aux limites techniques du véhicule de collecte. En d'autres termes, le taux de récupération dépend au moins autant de la participation du public que de la qualité de la collecte. À titre de comparaison, une équipe de deux personnes qui ramassent les ordures ménagères de tous les foyers d'un quartier résidentiel avec un camion à benne tasseuse doit souvent manipuler de 10 à 15 tonnes d'ordures par jour. Comme on ne peut s'attendre à une participation de 100 p. cent de tous les foyers à toutes les collectes, de tels taux risquent de ne jamais être atteints dans un programme de recyclage.

Le conducteur d'un véhicule de collecte de cette dimension doit détenir un permis de classe D émis par la province de l'Ontario. Le salaire qui lui est habituellement versé est d'environ 350 $ par semaine ou 18 200 $ par année. Celui de l'éboueur, ouvrier moins spécialisé, est d'environ 280 $ par semaine, soit 14 560 $ par année.

Dans les conditions normales de collecte, le prototype consomme environ 50 litres d'essence aux 100 km. Les primes d'assurance qui s'élèvent à 565 $ par année sont les mêmes que celles qui ont été établies pour les autres véhicules du programme de recyclage de East York. Il en résulte que les frais d'exploitation du véhicule, incluant l'essence, l'entretien et les assurances, s'élèvent à environ 150 $ par semaine ou 7 300 $ par année.

Par conséquent, les frais totaux d'exploitation du camion, y compris les salaires versés à une équipe de deux personnes, atteignent 47 810 $ (tableau 2).

TABLEAU 2 FRAIS D'EXPLOITATION ANNUELS ESTIMATIFS

Coût en capital du véhicule	7 250 $ (basé sur une dépréciation de 25 p. cent/an)
Salaire du conducteur	18 200
Salaire de l'éboueur	14 560
Frais d'exploitation	7 800
TOTAL	47 810 $

6.2 Revenus

En moyenne, le poids de papier journal récupéré est trois fois celui du verre. En d'autres termes, la masse moyenne de 6 tonnes de rebuts ménagers ramassés chaque jour comprend 4,5 tonnes de papier journal et 1,5 tonne de verre environ. Par conséquent, on peut prévoir que sur une période d'un an, le véhicule et son équipe ramasseront environ 1 156 tonnes de papier journal et environ 377 tonnes de verre.

Le prix payé pour les rebuts récupérés dépend de plusieurs variables, notamment de la qualité des matériaux, de la forme sous laquelle ils sont livrés au client ou collectés par lui, ainsi que leur degré de contamination. Pour évaluer la viabilité économique du véhicule, pris isolément, nous avons utilisés les prix payés (de juillet 1980 à novembre 1980) pour les rebuts non traités en vrac, livrés aux différents marchés de la région métropolitaine de Toronto, soit :

Papier journal	49,60$/tonne
Verre	33,00$/tonne

Au tableau 3 figurent les revenus provenant de la vente de ces rebuts récupérés basés sur les prix ci-dessus.

TABLEAU 3 REVENUS ANNUELS ESTIMATIFS

Papier journal	1 156 tonnes X 49,6$/tonne =	57 354 $
Verre	377 tonnes X 33$/tonne =	12 470 $
TOTAL		69 824 $

6.3 Comparaison avec d'autres camions

Une analyse sommaire des revenus anticipés de l'exploitation du prototype et de son équipe révèle que, si on exclut les intérêts et les frais généraux se rapportant aux salaires, etc., ces revenus devraient excéder les frais totaux d'exploitation d'environ 22 000 $. Il faut mentionner de plus que cette analyse ne tient pas compte des autres frais d'exploitation inhérents à un programme de recyclage, tels l'information, le développement de l'offre, l'exploitation

d'un poste de manutention, etc. Le meilleur moyen d'évaluer la faisabilité économique du prototype est donc de le comparer à un autre véhicule qui a déjà été utilisé dans le cadre du même programme et qui est en usage dans plusieurs autres.

Pour effectuer la collecte des rebuts ménagers recyclables en bordure de rue, la Is Five Foundation utilise, en plus du prototype du DRECT, deux fourgonnettes Magnavan de GMC. La charge utile de ces véhicules, qui sont des modèles commerciaux courants, est d'environ 2,3 tonnes. Leur benne est en aluminium et mesure 3,66 m de longueur. Même s'ils sont bien adaptés à la collecte du papier journal, ils ne conviennent pas à la collecte sélective de matériaux différents. Après avoir ajouté à leur espace de chargement des barils de 200 litres pour l'entreposage du verre, on a pu les intégrer à des programmes pilotes à East York (Ontario) et les utiliser comme véhicule principal dans d'autres programmes de recyclage. Ces camions n'ont cependant qu'un espace de chargement restreint pour y déposer du verre et la collecte est sensiblement ralentie parce que l'éboueur doit monter et descendre du camion pour charger les rebuts et déplacer les barils. Enfin, ces barils pleins de verre pesant de 70 à 100 kg causent d'importants problèmes de manutention lors de leur déchargement. Le manque de véhicule bien adapté à la collecte sélective de rebuts ménagers déposés en bordure de rue constitue un obstacle majeur à l'expansion de ce type de collecte. En effet, on a dû limiter l'utilisation des "Magnavan" et d'une équipe de deux personnes, à la collecte du papier journal qui se chiffre en moyenne à 4,5 tonnes par jour. Étant donné leur faible capacité de charge (un compromis pour avoir l'avantage d'utiliser un camion à châssis surbaissé plutôt qu'un camion classique de 4,5 tonnes à châssis surélevé), ces véhicules doivent interrompre la collecte pendant la tournée pour aller décharger les matériaux au poste de manutention du point de vente. Par conséquent, l'économie de temps de collecte que permet ce véhicule, du fait qu'il ramasse seulement du papier journal, est réduite à rien par le camion du DRECT qui ramasse à la fois le papier journal et le verre sans avoir à effectuer un déchargement supplémentaire.

On trouvera aux tableaux 4 et 5 une évaluation des frais d'exploitation d'une "Magnavan" et les quantités de matériaux récupérés par an avec ce type de véhicule. En général, les frais d'exploitation sont moindres parce que d'une part les conducteurs n'ayant pas besoin de détenir un permis de conduire spécial reçoivent un salaire moindre et que d'autre part les véhicules, étant plus petits, consomment moins d'essence. Le prix d'achat d'un véhicule neuf, incluant une benne en aluminium, des ressorts et des essieux renforcés et d'autres accessoires, s'élève à environ 14 000 $.

TABLEAU 4 FRAIS D'EXPLOITATION ESTIMATIFS

Coût en capital du véhicule	3 500 $ (basé sur une dépréciation de 25 p. cent/an)
Salaire du conducteur	15 600
Salaire de l'éboueur	14 560
Frais d'exploitation	5 200 (essence, entretien, assurances, etc. ou 100$/semaine)
TOTAL	38 860 $

Si on suppose qu'il y a trois fois plus de papier que de verre et qu'on récupère 4,5 tonnes de papier journal par jour, une fourgonnette "Magnavan" permettrait d'avoir les revenus suivants : (tableau 5)

TABLEAU 5 REVENUS ANNUELS ESTIMATIFS

Papier journal	844 tonnes/an X 49,6 4 $/tonne =	43 846 $
Verre	295 tonnes/an X 33 $/tonne =	9 735
TOTAL		53 581 $

Par conséquent, même si la fourgonnette "Magnavan" convient à la collecte sélective de matériaux divers, le camion du DRECT permet un excédent de revenus sur les frais d'exploitation de 22 000 $/an qui dépasse sensiblement celui de 15 000 $/an enregistré lorsqu'on utilise une "Magnavan". Il faut insister à nouveau sur le fait que les deux véhicules sont difficilement comparables puisque celui du DRECT est conçu pour la collecte de plusieurs matériaux. La comparaison est encore moins favorable à la "Magnavan" lorsqu'on considère la collecte d'un troisième matériau.

6.4 Répercussions possibles du prototype

Au Canada, le faible profit réalisé au cours de programmes de recyclage de matériaux ramassés à la source constitue l'obstacle principal à leur expansion rapide. Cependant, la forte croissance du prix des matières vierges et de l'énergie contribuent à rendre les matériaux secondaires plus concurrentiels qu'auparavant, d'autant plus que le recyclage acquiert de plus en plus d'importance dans l'économie canadienne. L'essor de cette évolution est directement relié au prix du marché offert pour certains matériaux ainsi qu'aux coûts de collecte, de traitement et de livraison de ces matériaux aux utilisateurs. Le véhicule décrit dans ce rapport pourrait exercer une influence importante sur ces deux facteurs.

L'analyse économique a permis de démontrer que, dans le cadre du programme de recyclage mis en oeuvre à East York, le camion du DRECT, comparativement aux camions de collecte classiques, a contribué à réduire les coûts moyens de collecte par tonne de matériaux.

Camion du DRECT – Verre et papier journal : 31,19 $/tonne
Magnavan – Verre et papier journal : 32,96 $/tonne

En outre, le fait qu'il est possible de ramasser plus qu'une sorte de rebuts du flux total des ordures a pour effet d'augmenter le volume de collecte total. Les frais généraux reliés à l'administration et au développement de l'offre se trouvent par le fait même mieux répartis. De plus, un programme de collecte sélective de plusieurs matériaux est moins soumis aux fluctuations du marché que les programmes de collecte d'un seul matériau. La combinaison de ces facteurs favorise grandement la stabilité du programme de recyclage.

Le fait qu'il n'y a pas d'industrie de récupération à la source qui soit bien établie dans les municipalités et qui soit en mesure de livrer régulièrement d'importantes quantités de matériaux a été la cause des bas prix payés pour les matériaux de récupération. L'absence d'un mécanisme permettant une offre contrôlée ou prévisible de ces matériaux en provenance des maisons d'habitation n'a pas facilité non plus la planification de la production chez les utilisateurs et a même représenté pour eux un risque financier. C'est pourquoi les prix courants offerts par les utilisateurs, les courtiers et les négociants pour les matériaux récupérés reflètent ceux payés pour des approvisionnements sporadiques provenant de sources irrégulières. Ce n'est que récemment que les prix de matériaux comme le papier journal ont commencé à se stabiliser.

Le fait de construire et de mettre au point un véhicule de collecte sélective qui pourra être exploité dans un contexte de collecte relativement stable aurait des répercussions importantes sur l'ensemble du secteur de la récupération des matériaux.

Pour évaluer les répercussions possibles, considérons le pays tout entier. Il existe à l'heure actuelle moins d'une demi-douzaine de programmes de recyclage qui prévoient le ramassage porte à porte de plus d'un matériau (habituellement le papier journal). Un récent rapport intitulé *Implementation of At-Source Separation Systems in Canada : An Initial Evaluation of the Potential Impacts* préparé par le Enerstask Consultants and Resource Integration Systems en avril 1979 pour Environnement Canada révèle que, dans la plupart des grandes villes canadiennes il existe sous une forme ou une autre un programme de recyclage, et que plus de 257 municipalités de plus de 7 500 habitants, c'est-à-dire 65 p. cent de la population totale, appuieraient un programme de collecte sélective des rebuts ménagers recyclables. En effet la collecte simultanée de deux matériaux ou plus constitue une des conditions essentielles à la mise sur pied d'un tel programme.

Au Canada, la répartition des marchés possibles pour les matériaux secondaires varie beaucoup selon les matériaux. Les marchés de boîtes métalliques récupérées sont, par exemple, très limités tandis que ceux d'autres composantes du flux de déchets, telles le papier journal et le verre, sont relativement nombreux quelle que soit la région du pays. C'est pourquoi le véhicule mis au point par le DRECT pourrait être utilisé au moins pour le ramassage du verre et du papier journal dans le cadre de programmes de récupération à la source déjà en vigueur dans les 257 municipalités dont il vient d'être fait mention. Le verre et le papier journal constitueraient les matériaux communs à ces programmes. Un troisième matériau pourrait être sélectionné advenant la création de marchés locaux et la présence de conditions favorables à celui-ci. Évaluons à présent les répercussions possibles résultant de l'utilisation d'un tel véhicule dans les programmes de récupération dans tout le Canada et concentrons notre analyse sur la récupération du verre et du papier journal provenant uniquement du flux d'ordures ménagères, selon les données fournies par le rapport de la Resource Integration Systems Ltd. (tableaux 6 et 7).

Le camion conçu par le DRECT pourrait servir à la collecte d'environ 518 691 tonnes de papier journal et de verre dans le Canada tout entier, auxquels pourraient s'ajouter d'autres matériaux dont la collecte pourrait être faisable dans certaines régions. Il ne faut pas en conclure qu'il existe une relation directe entre la conception du véhicule en question et une récupération accrue de ces matériaux, étant donné que ces derniers font déjà l'objet de ramassage et qu'une grande partie du tonnage supplémentaire pourra également être collectée à l'aide d'autres types de véhicules. Un tel prototype favoriserait vraisemblablement la création et la stabilité d'un tel programme de collecte. La récupération réelle du verre provenant du flux d'ordures ménagères au Canada est relativement infime.

Si on ne dispose pas d'un véhicule de collecte sélective pour entreprendre un programme de recyclage on ne sera probablement pas en mesure de ramasser les quantités maximales de matériaux et de réaliser les économies d'énergie et de coût reliées à toute opération de recyclage.

Il est impossible, néanmoins, de quantifier exactement les répercussions réelles que pourraient avoir ces véhicules, compte tenu des interrelations qui existent entre un grand nombre de facteurs dont il faut tenir compte dans l'élaboration d'un programme prometteur de recyclage. Seule une analyse sommaire peut être faite dans le cadre de ce rapport. C'est pourquoi, nous tâcherons de mettre en évidence les profits maximaux possibles qui peuvent être réalisés dans les domaines de la récupération, des économies d'énergie ainsi que des économies reliées aux coûts. Le camion du DRECT peut influer sur tous ces facteurs, que ce soit dans le cadre d'un programme de recyclage municipal actuel ou futur.

TABLEAU 6 VIEUX PAPIER JOURNAL RÉCUPÉRABLE

Région	Flux des rebuts (p. cent)	Ordures ménagères (tonnes/an)*	Total disponible (tonnes/an)*	Quantité récupérée** (tonnes/an)*
C.-B.	10,3	867 735	97 368	39 905
Prairies	8,9	1 343 936	119 797	49 097
Ontario	9,3	4 390 159	409 774	167 940
Québec	9,8	2 132 079	209 884	86 018
Atlantique	4,4	371 495	16 321	6 689
TOTAL				349 649

TABLEAU 7 VERRE RÉCUPÉRABLE

Région	Flux des rebuts (p. cent)	Ordures ménagères (tonnes/an)*	Total disponible (tonnes/an)*	Quantité récupérée*** (tonnes/an)*
C.-B.	7,7	867 735	67 634	19 604
Prairies	5,4	1 343 936	72 612	21 047
Ontario	6,5	4 390 159	285 322	82 702
Québec	6,2	2 132 079	132 891	38 519
Atlantique	9,4	371 495	35 087	10 170
TOTAL				172 042

* Selon les données fournies dans *Implementation of At-Source Separation Systems in Canada : An Initial Evaluation of the Potential Impacts*, R.I.S. Ltd., 1980 pour Environnement Canada. 1 tonne = 2 000 lbs.

** Basé sur un taux de récupération de 41 p. cent.

*** Basé sur un taux de récupération de 29 p. cent.

6.4.1 Récupération des matériaux. — Au Canada, on estime qu'il n'y a environ que 69 000 tonnes de papier journal qui sont récupérées dans le cadre de programmes réguliers de récupération des ordures ménagères. Cette quantité ne représente qu'une faible proportion des 346 649 tonnes qui seraient récupérables (tableau 6). L'actuelle pénurie en approvisionnement que connaissent les utilisateurs canadiens est compensée surtout par les importations en provenance des États-Unis. On a évalué à 172 042 tonnes la quantité de verre de sources ménagères qui pourrait être récupérée. L'industrie canadienne du verre peut absorber toute cette quantité qui est nettement supérieure à la récupération annuelle actuelle de 70 000 tonnes bien qu'inférieure à la demande totale de l'industrie qu'on évalue à plus de 587 000 tonnes par an. Pour réduire l'écart entre les niveaux de récupération actuelle et possible, il faudrait mettre au point un véhicule efficace de collecte sélective qui s'intègrerait bien à des

programmes de recyclage judicieusement conçus. Même si les véhicules de collecte sélective ne sont pas le seul moyen permettant de réduire cet écart, l'accroissement total du taux annuel de récupération devrait pouvoir atteindre les chiffres suivants :

Papier journal :	346 649 t/an (récupération possible)		
	– 69 000 t/an (récupération actuelle)	=	277 649 t/an
Verre :	172 042 t/an (récupération supplémentaire)	=	172 042 t/an
Total des matériaux récupérés :			449 691 t/an

6.4.2 Économies d'énergie. – Une utilisation généralisée du camion du DRECT se traduirait par des économies d'énergie tant au niveau du mode de collecte qu'au niveau de la demande en matériaux secondaires de la part des industries manufacturières.

6.4.2.1 *Économies d'énergie au niveau de la collecte.* – L'objectif visé à cette étape est de réduire les dépenses en énergie du camion. Un véhicule qui roule consomme de l'énergie pour vaincre la résistance à l'accélération, la résistance de l'air (traînée) et la résistance au roulement. La consommation d'énergie, qui est très variable, dépend de divers facteurs : style de conduite, virages, pentes à gravir, état de la chaussée, force du vent, profil aérodynamique du véhicule, état du moteur et des pneus, et présence d'autres accessoires (chaufferette, mécanisme de chargement, etc.) Il est évident que certains de ces facteurs n'ont rien à voir avec la conception du véhicule. Certains relèvent par exemple des règles qui président à sa conduite et à son entretien et devraient être pris en considération dans tout programme de collecte. Les seules forces dont on s'est réellement préoccupé au cours de la conception ont été les forces de traînée et de résistance au roulement.

Comme la traînée est fonction du coefficient de traînée et du profil frontal du véhicule, nous avons tenté d'améliorer ce profil en abaissant le plus possible la hauteur du camion sans trop diminuer la charge utile. On peut constater que le rapport entre la hauteur et la longueur de la benne est plus élevé que la moyenne. Le coefficient de traînée d'un camion de forme angulaire de ce type est de 0,70 (comparativement à 0,35 pour celui d'une Porsche). Pour réduire ce coefficient on peut installer des plans déflecteurs, accessoires très utiles si le camion doit parcourir de longues distances à grande vitesse. Cependant, à faible vitesse, la traînée joue un rôle mineur dans l'équation.

La résistance au roulement est fonction du poids et de la vitesse. Comme ce dernier paramètre est négligeable, le poids acquiert une importance de premier plan en ce qui a trait à la consommation d'énergie. Ainsi, la baisse de consommation est fonction de la diminution de poids.

Le poids du camion a donc été réduit au maximum. La benne est en fibre de verre et le mécanisme de chargement, compte tenu de ses fonctions, n'a pas eu besoin d'être sérieusement renforcé. Un camion à benne tasseuse, par exemple, nécessite l'utilisation d'une benne en acier très renforcé de façon à résister aux forces énormes créées par l'opération de compactage. En effet, le camion à benne tasseuse doit à chaque chargement tasser les déchets vers l'avant tandis que le camion du DRECT ne fait que soulever les rebuts avant de les faire basculer dans leurs compartiments respectifs. Pour cette dernière opération, il suffit de vaincre seulement la force de gravité et une faible résistance due au frottement. Pour cette raison, le camion du DRECT est plus léger qu'un camion à benne tasseuse classique. Le poids étant inférieur et les forces exercées étant moins grandes, le moteur n'a pas besoin de tourner à régime élevé, d'où moins de travail et une baisse de la consommation.

6.4.2.2 *Économies d'énergie par l'utilisation accrue de matériaux secondaires.* – Étant donné qu'au Canada on pallie à l'insuffisance actuelle en matière de papier journal de récupération en recourant à l'importation, il serait improbable que d'importantes économies d'énergie puissent être réalisées par les manufacturiers qui s'approvisionnent en matériaux secondaires. De plus, certains fabricants d'isolants cellulosiques ne sont pas en mesure de substituer le papier journal à la pâte. Cependant, un accroissement du taux de récupération du verre et le remplacement des matériaux "vierges" par celui-ci dans la production du verre, entraînerait des économies d'énergie directe de l'ordre de 20 à 30 p. cent ou une moyenne de 3,5 GJ par tonne. Par conséquent, s'il était possible d'atteindre la quantité annuelle totale potentielle de 172 042 tonnes de verre récupérable, on réaliserait des économies d'énergie tota'es de 602 147 GJ par année ou l'équivalent de $16{,}2 \times 10^6$ litres de pétrole par année.

6.4.3 **Économies reliées aux coûts.** – Selon notre analyse économique, le camion du DRECT présentait un avantage par rapport aux fourgonnettes Magnavan en ce qui a trait aux frais de collecte moyens par tonne de rebuts ménagers recyclables ramassés dans le cadre de programmes de recyclage sélectif. Si on reporte les économies réalisées à East York (environ 1,77 $ par tonne ramassée) à l'ensemble des matériaux récupérables que mentionne cette analyse, c'est-à-dire :

277 649 t/an de papier journal
172 042 t/an de verre
446 691 t/an

les économies totales possibles se chiffreraient à :

446 691 t/an × 1,77 $/tonne = 790 643 $/an

Cette analyse sommaire ne tient pas compte du fait que le verre ne pourrait pas être récupéré sans l'utilisation d'un véhicule de collecte sélective. Elle ne tient pas compte non plus de la possibilité de faire la collecte simultanée d'autres matériaux.

CONCLUSIONS

Le prototype de véhicule a parfaitement répondu aux besoins opérationnels du programme de recyclage instauré dans la ville de East York. Il est permis de croire qu'il en serait de même dans d'autres programmes urbains de collecte sélective à la source des rebuts ménagers recyclables. Son utilisation a permis de réaliser des économies sur les coûts directs par rapport à d'autres véhicules. Il ressort donc que sa fabrication incitera fort probablement les municipalités canadiennes à mettre en oeuvre des programmes de collecte sélective des rebuts ménagers recyclables ramassés à la source, ce qui aura des incidences bénéfiques sur l'environnement ainsi que sur la conservation des matières premières et de l'énergie.

POOR

QUALITY

ORIGINAL